FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Bound at
A.M.N.H.
1916

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN

Elfter Band

GEOLOGISCHE UND PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

E. KOKEN †

ELFTER BAND
(DER GANZEN REIHE FÜNFZEHNTER BAND)

MIT 2 KARTEN, 35 TAFELN UND 84 TEXTFIGUREN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1912/1913

16-T0986 · Juno 6

Alle Rechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis.

Wilhelm Delhaes und **Heinrich Gerth,** Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Oensingen (Solothurn). S. 1. Taf. I—IX.

Georg Wagner, Stylolithen und Drucksuturen. S. 99. Taf. I—III.

Fritz Noetling, Ueber Glazialschichten angeblich cambrischen Alters in Süd-Australien. S. 129. Taf. I—IV.

Martin Schmidt, Ueber Paarhufer der fluviomarinen Schichten des Fajum. S. 153. Taf. I—IX.

Ernst Fischer, Geologische Untersuchung des Lochengebiets bei Balingen. S. 265. Taf. I—VII.

Hermann Linder, Beiträge zur Kenntnis der Plesiosaurier-Gattungen Peloneustes und Pliosaurus. Nebst Anhang: Ueber die beiden ersten Halswirbel der Plesiosaurier. S. 337. Taf. I—IV.

Register zu Band XI [XV].

Die Zahlen beziehen sich in diesem für den gesamten Band zusammengestellten Register auf die auf dem unteren Rande stehenden Seitenzahlen.

Seite

Anoplotheriidae 259
Anthracotheriidae 156
Bohnerzformation im Kettenjura 16
Brachyodus 156
Brachyodus Andrewsi M. Schmidt . . . 168. 193. 257
„ Fraasi M. Schmidt 158. 173. 186
„ „ Gebiß 239
„ „ Gliedmaßen 255
„ Gorringei Andr. 164. 172. 178
„ rugulosus M. Schmidt . . 165. 190. 256
„ Schädel 251
„ Skelett 199
„ Taxonomie 256
Cambrium in Süd-Australien 138
Diluvium im Lochengebiet 333
Dogger im Kettenjura 25
Druckerscheinungen an Geschieben 148
Drucksuturen 101
Fajum, Paarhufer der fluviomarinen Schichten des . . 155
Farisbergkette 6. 74. 76
Gerölleindrücke 102
Glazialerscheinungen angeblich cambrischen Alters in Süd-Australien 131
Jura, brauner, im Lochengebiet 273
„ „ α im Lochengebiet 273
„ „ β „ „ 274
„ „ γ „ „ 281
„ „ δ „ „ 285
„ „ ε „ „ 289
„ „ ζ „ „ 291
„ weißer, im Lochengebiet 295
„ „ α im Lochengebiet 295
„ „ β „ „ 301

Seite

Jura, weißer, γ im Lochengebiet 306
„ „ δ „ „ 317
„ „ Schwammformation 318
Kettenjura zwischen Reigoldswil und Oensingen . . . 3
Klusen, tektonischer Bau der —, im Kettenjura . . . 92
Lias im Kettenjura 34
Lochengebiet bei Balingen 267
Malm im Kettenjura 17
Mixtotherium Mezi M. Schm. 259
Paarhufer der fluviomarinen Schichten des Fajum . . 153
Passwangkette 4. 47
Peloneustes philarchus (Seel.) 341
„ „ var. spatyrhynchus n. var. 368
Plesiosaurier des Oxford Englands 339
„ die beiden ersten Halswirbel der 402
Pliosaurus ferox (Sauv.) 375
„ grandis (Ow.) 391
„ spec. 399
Schwammformation im Weißen Jura des Lochengebiets 318
Stylolithen 101. 103
„ Bedeutung 125
„ Entstehung 106. 109. 121
„ Morphologie 114
„ und Petrefakten 119
Süd-Australien, Glazialerscheinungen cambrischen Alters 131
Tektonik des Kettenjura 57
„ des Lochengebietes 329
Till in Süd-Australien 140
Trias im Kettenjura 35
Ullmetkette 4
Weißensteinkette 6. 74. 82

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 1

GEOLOGISCHE BESCHREIBUNG DES KETTENJURA ZWISCHEN REIGOLDSWIL (BASELLAND) UND OENSINGEN (SOLOTHURN)

VON

WILHELM DELHAES UND HEINRICH GERTH

MIT 8 TAFELN, 10 TEXTFIGUREN UND 1 GEOLOGISCHEN KARTE IM MASSSTABE 1:25000

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1912

Alle Rechte vorbehalten.

Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Oensingen (Solothurn).

Von

Wilhelm Delhaes und **Heinrich Gerth.**

I. Vorwort.

Professor Steinmann setzte 1902 in seiner Arbeit „Zur Tektonik des Nordschweizerischen Kettenjura“ (74) eine Auffassung der Tektonik der Klusen von Oensingen und Mümliswil auseinander, die von der bis dahin geltenden Mühlbergschen Ansicht (42) nicht unerheblich abwich. Professor Mühlberg antwortete darauf 1903 mit einer sehr heftigen Ablehnung in einer Arbeit mit gleichem Titel (47).

Ueber den Bau dieses Gebietes konnte erst eine genaue Kartierung im Maßstabe 1:25 000 Klarheit bringen. Mit dieser begann Professor Steinmann im Klusengebiet sehr bald, ohne sie aus Zeitmangel abschließen zu können.

Die Verfasser führten die begonnene Arbeit in den Jahren 1907—1909 zu Ende und teilten sich folgendermaßen in die Arbeit:

H. Gerth übernahm das Klusengebiet von Oensingen und Mümliswil, W. Delhaes die Passwang- und Ullmetkette zwischen Waldenburg-Langenbruck und Mümliswil-Reigoldswil.

Professor Steinmann stellte uns freundlicherweise seine Karten und Notizen der begonnenen Aufnahme des Klusengebietes zur Verfügung, die uns die Orientierung erleichterten. Wir danken ihm herzlich für die Anregung zu der interessanten Arbeit, sowie für die Unterstützung mit Rat und Tat bei Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Professor Deecke danken wir gleichfalls, da er uns im September 1909 das von Celliers und de Villiers gesammelte Material zum Vergleich mit dem von uns gesammelten Juramaterial im Freiburger Geologischen Institut bereitwilligst zur Verfügung stellte.

II. Orographischer Ueberblick[1]).

N) Passwang- bis Ullmetkette von W. Delhaes.

Die Grenzen des von mir untersuchten Gebietes sind folgende:

Im Süden: ungefähr die Straße von Langenbruck nach Mümliswil und der Ramiswiler Bach bis W Ramiswil.

Im Westen: die S—N-Linie längs der Punkte Vorder Beinwilberg, Ullmet.

Im Norden: der Nordrand des Kartenblattes längs der Punkte Ullmethöhe, Ob. St. Romai, Enzianfluh, Waldenburg.

In Osten: ungefähr die Straße Waldenburg-Langenbruck.

So umfaßt das untersuchte Gebiet von S nach N die Mümliswiler Synklinale, Passwangkette, Synklinale Waldweide-Bürtenweid, Ullmetkette.

Im Süden zieht die „Tertiärmulde von Mümliswil", mit der größten Breite bei Mümliswil und einer Einspitzung im O und W. O Langenbruck setzt sie in Celliers „Hauensteinmulde", mit dem Argovien als jüngster Schicht, fort (8, 31—33).

N von ihr folgt die „Passwangkette". Sie streicht OSO/WNW zwischen der Langenbrucker Straße und der Linie O Rodisegg—O Unter Wiechten—Vogelberghöhe (OP. 1152 m) und lenkt im W dieser Linie in ein WSW/ONO-Streichen ein. Bis Vorder Beinwilberg—Ober Schilt streichen die Schichten dann ca. O/W, mit einer etwas stärkeren südlichen Ablenkung auf dem Nordschenkel N Unt. Barschwang. W Ob. Schilt nimmt die Kette dann endgültig ein WSW/ONO-Streichen an. Dieser wellenförmige Verlauf tritt auf der Karte deutlich heraus. In der Natur kann man ihn schrittweise an den Hauptrogensteinkalkfluhen verfolgen, allerdings ist der Schichtenverband an den eigentlichen Drehpunkten meistens zerstört. Auf dem Südschenkel fallen mit den Drehpunkten auch tektonische Störungszonen zusammen, so bei Rodisegg und W Vorder Beinwilberg. Auf dem Nordschenkel gelang NO Passwang (1207 m) und zwischen Mittl. und Ob. Barschwang ein solcher Nachweis nicht, wohl aber bei Kneu-Kessliloch (*W* des W-Kartenrandes II, 21).

Die Passwangkette ist eine aufgebrochene Antiklinale von mustergültiger Gliederung und wird aus den Schichten Muschelkalk—Kimmeridge aufgebaut. Der Wechsel der kalkigen und tonigen Schichten hat die Modellierung der Erdoberfläche in weitestem Maße begünstigt. Dazu kommen weitgehende Rutschungen in den plastischen Schichten von Argovien, *Opalinus*-Tonen, Gipskeuper.

Das Idealbild eines Gewölbes mit flach einfallenden Schichten auf Nord- und Südschenkel sieht man nur an ganz wenigen Stellen, so auf der Linie Passwang (1207 m) — Wiechtenegg (1164 m) (Taf. VI, Fig. 9). Die mit Laubwald bestandenen Hauptrogensteinkalkkämme tragen am meisten zur Gliederung des Geländes bei (Taf. V, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 6, 9). In ihrem Hangenden bzw. Liegenden folgen die Schichtkomplexe des Argovien-Callovien, bzw. der *Opalinus*-Tone-Gipskeuper, die beide wegen ihrer Zusammensetzung aus mehr tonig-mergeligem Material die Talbildung begünstigen (Taf. V, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 6). In der sanft-

1) Im Orographischen Ueberblick und im Stratigraphischen Teil bezieht sich N) auf Passwangkette-Ullmetkette, (S auf Weißenstein- und Farisbergkette, S) = südliches Gebiet, N) = nördliches Gebiet.

welligen *Opalinus*-Gipskeuperlandschaft bilden die harten Liaskalke weit verfolgbare, schon an ihrem Busch- und Baumwuchs kenntliche Terrainkanten, mitunter das einzige Hilfsmittel zum Nachweis von Störungen in dem Wiesengelände (Taf. VI, Fig. 6). Die Argovien-Callovienkomben sind häufig durch den waldbestandenen Grat der Dalle Nacrée-Birmensdorfer Kalke in eine breitere Argovien- und eine schmälere Callovienmulde geteilt (Taf. V, Fig. 1). Im Kleinen spiegeln steilgestellte Argovienschichten mit ihrem beständigen Wechsel von kalkigen und tonigen Lagen die mannigfachen Möglichkeiten der Talbildung wieder (Limmernbach—O Genneten; Bach Wiechten—Genneten). Die Malmkalke (Geisbergschichten—Kimmeridge) bilden, wenn die Erosion hinreichend tiefe Argovienkomben eingeschnitten hat, einen zweiten deutlichen Terrainwall (Taf. V, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 6).

In den meisten Fällen hat das Gewölbe steilgestellte oder sogar oberflächlich überkippte Schenkel. Letztere überwiegen auf dem Südschenkel. Sie fallen hier mit zahlreichen Störungen zusammen, so daß es zum völligen Ausbruch des Schenkels gekommen ist. Deshalb ist das Tertiär der Mümliswiler Synklinale auf der Strecke Breite—Ramiswil meist von Schutt-anhäufungen verdeckt, die an den zahlreichen Gehölzlappen kenntlich sind.

Dem Nordschenkel der Passwangkette ist eine tektonisch stark zerstückelte „Mulde von Doggerschichten bei Bilstein" eingeschaltet, deren Spiegelbild im O der Langenbrucker Straße Celliers kleine „Schattenweid-Weißweidsynklinale" ist (8, 34). Nach O setzt sich die Passwangkette in der „Hauensteinkette" fort, mit deren westlichem Verlauf sich die Arbeiten von Celliers (8, 30—31) und Mandy (38, 28—29) eingehender beschäftigen.

Auf die Passwangkette folgt die hochgelegene, ca. O—W streichende „Tertiär-Malmsynklinale der Waldweide-Bürtenweid", der W-Fortsetzung der „Humbelsynklinale" O der Langenbrucker Straße (8, 34—37). Zwischen dem Reigoldswiler Bach und der Langenbrucker Straße ist sie durch die Rogensteinkomplexe der Hint., Vord. Egg und des Kellenköpfli eingeengt. Diese Erscheinung beruht auf komplizierten tektonischen Verhältnissen, mit deren Deutung wir uns sehr eingehend zu befassen haben. Die Bürtenweidmulde erfährt W Gaiten eine starke Einspitzung. Sie ist am Gaitenberg kaum kenntlich und besitzt am Geißberg im O unseres Gebietes gleichfalls steilgestellte Schenkel und komplizierten Bau.

In den NW-Teil unserer Karte tritt die „Ullmetkette" ein. Sie ist ca. 2 km westlich am Hirnikopf, Rote Fluh noch ein geschlossenes Doggergewölbe mit tektonisch gestörten Schenkeln und verläuft zwischen Birtis und Ob. St. Romai als ein aufgebrochenes, bis auf den Keuper erodiertes Gewölbe mit SW/NO-Streichen. O St. Romai besitzt die Ullmetkette außerhalb des Kartenblattes ca. W/O-Streichen und besteht nur noch aus einem Triasgewölbe.

Zwischen P. 1040 und 1045 N Ullmet sieht man noch die Argovienschichten der N folgenden „Aletenkopfsynklinale", die bei Heidenstadt eine vollständige Mulde mit Dogger und Unt., Sequan bildet. N Ob. St. Romai hört auch diese Mulde auf.

Die Hydrographie der Passwangkette bietet nichts Besonderes. Die Mulde von Mümliswil wird durch den Ramiswiler Bach entwässert, der zwischen W Ramiswil und Mümliswil in der Muldenachse fließt und durch zahlreiche Bäche der Nordflanke der Farisberg- und Südflanke der Passwangkette, z. B. Tümmelgraben, Limmernbach, gespeist wird. Der Limmernbach durchbricht die Rogenstein-Ob. Malmkalkbarren des Passwangkettensüdschenkels in malerischen Schluchten und bezieht sein Wasser aus den Limmern. Zwischen Mümliswil und

Langenbruck bildet die Breitenhöhe eine Wasserscheide zwischen den Gebieten von Aare und Birs; denn die nach SW abfließenden Bäche der Breite führen ihr Wasser in den Limmernbach und damit zur Aare. Der nach O fließende Bachtelengraben ist aber ein Quellbach der Vord. Frenke und gehört zum Birs-Stromgebiet. Das Barschwang- und Soolmatt-Plateau sind wiederum Wasserscheiden zwischen Aare und Birs; denn der Schiltbach mündet nach Durchbrechung des Rogensteinnordschenkels im Kessliloch in den Bogenthalbach, gehört also zur Birs; der Limmernbach fließt zur Aare, und die verschiedenen Bäche von Neunbrunn und Kunisrüti speisen die Frenke. Die Bäche des Nordschenkels der Passwangkette, der Synklinale von Waldweide-Bürtenweid und Ullmetkette sind sämtlich der Birs tributär und gelangen in sie durch Abfluß nach O und W.

Auf einer Wanderung von Mümliswil durch die Limmernschlucht und Limmern zur Wasserfalle und nach Reigoldswil lernt man die verschiedenen Typen der Längs- und Quertäler kennen. Der Ramiswiler Bach fließt in einer Synklinale. Der Limmernbach durchbricht in einer Schlucht den Malmkalkwall und empfängt bei Genneten in dem Argovien-Isoklinaltal den Wiechten-Gennetenbach. Beide durchbrechen in ihrem oberen Teil die Rogensteinkalkwände und haben in den Limmern allmählich ein Antiklinaltal eingeschnitten (Taf. VI, Fig. 6, 9). NO Ramisgraben ist das Quertal des einen Quellflusses des Limmernbach tektonisch bedingt, da in diesem Tal die wichtige SW/NO streichende „Ramisgrabener Störung" an der Grenze des Keuper-Liasgewölbes von Soolmatt und der beiden eingebrochenen Doggerschollen N Ramisgraben verläuft (Taf. VI, Fig. 6, 7, 9). Ein sehr schönes Isoklinaltal ist im Argovien des Bogenthal ausgetieft (Taf. V, Fig. 3). Seine O-Fortsetzung quert man auf dem Weg bei der Hint. Wasserfalle (Taf. V, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 6). N durchbricht der Reigoldswiler Bach den Malmkern der Waldweide-Bürtenweid-Synklinale und später Argovien, Rogenstein, Muschelkalk in deutlichen Kanten. Die Erosion hat in diesem Teil den eigenartigen, auf der Karte sichtbaren Zirkus geschaffen. Man sieht von O Bürtenstutz (O P. 877) wie von O und W die Terrainkanten von Sequan, Birmensdorfer-Dalle Nacréekalken, Rogenstein nach Süden stark zurückweichen und unter spitzem Winkel zusammentreffen. Die östliche Sequankalkkante geht ohne Unterbrechung in die westliche über, und sie bilden den deutlichsten Winkel miteinander. Bei den Terrainkanten von Birmensdorfer-Rogensteinkalken und den Argovien-, Callovien-, *Opalinus*-Ton-, Keuperkomben ist der Scheitelpunkt zwischen den beiden Schenkeln schon durchnagt.

Die Gliederung der Passwangkette ergab von selbst die Disposition für die Beschreibung der tektonischen Verhältnisse. Ich beginne mit dem Südschenkel im O und folge ihm nach W. Daran schließt sich die Besprechung der aufgebrochenen Antiklinale von W nach O. Dann folgen wir dem Nordschenkel von W nach O und schließen mit der Beschreibung der Waldweide-Bürtenweidsynklinale von O nach W und mit der der Ullmetkette von W nach O. Weitere Unterabschnitte ergeben sich aus einer Gliederung durch die tektonischen Verhältnisse.

8) Farisberg- und Weißensteinkette von H. Gerth.

Die geologische Aufnahme im Maßstabe 1:25000 umfaßt das durch die Linien Egerkingen-Langenbruck im O und Oberbipp, Laupersdorf, Ramiswil im W begrenzte Stück der Weißenstein- und Farisbergkette. Die Weißensteinkette ist in unserem Gebiet die südlichste

Antiklinale des Faltenjura. Ihr ist im Süden das mittelschweizerische Molasseland vorgelagert. Im Norden trennt sie die weite ebenfalls von Molasse erfüllte Mulde von Balsthal von der nächstfolgenden Farisbergkette. Nördlich kommt dann die Mulde von Mümliswil und hierauf die Passwangkette.

Bei Mümliswil vereinigen sich der von N vom Passwang kommende Limmernbach, der den W-Teil der Mümliswiler Mulde entwässernde Ramiswilbach und der aus der O-Hälfte von der Breite-Höhe kommende Rickenbach. Als Mümliswilerbach durchbrechen sie die Farisbergkette in der Mümliswiler Klus und erreichen so die Mulde von Balsthal. Die O-Hälfte dieses weiten Synklinaltales entwässert der Augstbach. Seine Quellen liegen im NO in den Aufbrüchen der Passwangkette; bei Langenbruck durchschneidet er die Farisbergkette und tritt oberhalb Holderbank in die Balsthalmulde ein. Nachdem er den aus der Klus austretenden Mümlisbach aufgenommen, ergießt er sich unterhalb Balsthal in die Dünnern. Die Dünnern entwässert den W-Teil der Balsthalmulde. Ihre Quellen liegen weit im W zwischen Welschenrohr und Gänsbrunn im N des Weißensteins. Nachdem sie sich durch den Augstbach verstärkt, durchbricht sie die Weißensteinkette in der Oensinger Klus und erreicht so das Molassevorland unweit Oensingen. Hier folgt sie, sich nach O wendend, einem alten, dem Südrande des Jura entlang ziehenden Flußbett, bis sie sich unweit Olten in die Aare ergießt. Einst benutzte die Aare selbst diesen alten Flußlauf am Fuße des Jura, doch durch die Endmoräne des Rhonegletschers, der letzten Vereisung wurde sie bei Wangen an der Aare unweit Solothurn abgedämmt und gezwungen einen südlicheren Umweg einzuschlagen.

Wenden wir uns nun der Farisbergkette zu. Die orographische Gliederung ist hier sehr übersichtlich, sie schließt sich dem stratigraphischen und tektonischen Bau eng an. Für das Gebiet der Klusen, wie für den nördlichen Faltenjura überhaupt, sind die Kalke des höheren Malm und des Rogenstein die das Relief bestimmenden Elemente. Zu ihnen kommen bei tiefer gehender Erosion noch die Kalkbänke des Lias und der Muschelkalk. Sie bilden überall steil aufragende Kämme oder schroffe Fluhen. Dagegen sind in den dazwischenliegenden weicheren Horizonten bei Steilstellung der Schichten tiefe Längstäler oder Komben erodiert, oder bei flacher Lagerung bilden sie sanfte Gehänge zwischen den Steilwänden. So sehen wir im Scheitel der Farisbergkette durch die Erosion das Doggergewölbe bloßgelegt. Es wird beiderseits flankiert von in den weichen Schichten des Callovien und Argovien ausgewaschenen Längstälern oder Komben. Hierauf folgen die Kalke des Malm, die äußersten Schichten der Gewölbeflanke, die gewöhnlich als steile Kämme aufragen und so den gerundeten Gewölbekern umsäumen.

Drei scharfe Abschnitte können wir in dem zur Darstellung gebrachten Stück der Kette unterscheiden: Im W den Breitenberg, im O den Beretenkopf, beides bis zu 1100 m Höhe aufragende Rogensteingewölbe. Zwischen sie schaltet sich ein von der Klus zerschnittenes Zwischenstück ein, das vom Oberberg im W, und Farisberg im O gebildet wird. Das hier viel breitere und flachere Rogensteingewölbe erreicht nur eine Höhe von 850—860 m, so daß es gegen die Antiklinalen des Breitenbergs und Beretenkopfs nicht unerheblich gesenkt erscheint. Auf diese Lage der Mümliswiler Klus in einer weiten grabenartigen Depression im Scheitel der Kette hat zuerst Steinmann hingewiesen. Auf der Südseite des Zwischenstückes bilden die steilgestellten Malmkalke des Südschenkels schroffe Fluhen, die Schloßfluh im O und die Holzfluh im W der Klus. Dahinter folgen dann, durch tief ausgeprägte Argovienkomben getrennt, die Doggergewölbe des Faris- und Oberberges. Während sich das die Klus durchströmende Wasser durch die Kalke der steilgestellten Gewölbeschenkel nur äußerst enge Tore genagt hat, ist die Klus im Zentrum des Rogensteingewölbes

zirkusartig erweitert. Der weite, von 100 m hohen Felswänden umrahmte Kessel heißt im Volksmunde die Lobisei. Am Boden des Kessels bemerken wir die Reste eines weiteren, noch viel tiefer liegenden Rogensteingewölbes, in das sich das Wasser jetzt sein Bett eingräbt. Auf der Nordseite des Klusenzwischenstückes fehlt die Argovienkombe, und die Malmkalke des Nordschenkels treten nahe an den Rogenstein des Gewölbedaches heran. Wie wir später sehen werden, ist eine bedeutende tektonische Störung die Ursache. Auch ganz im O der Karte, bei Langenbruck, wird die Farisbergkette von einem Quertale durchschnitten, durch das der Augstbach fließt. Der tiefe, sich daran anschließende Aufbruch im Scheitel der Antiklinale geht bis auf die Mergel des Keuper. Er wird umsäumt von den Kalkbänken des Hauptrogensteins, was zu dem Namen „die Wanne“ Veranlassung gegeben hat.

Die die Farisbergkette von der Weißsteinkette trennende Mulde von Balsthal hebt sich nahe der Ostgrenze unserer Karte aus. Nach W nimmt sie rasch an Größe zu. Ihre größte Breite erreicht sie an der Westgrenze der Karte zwischen Laupersdorf und Matzendorf. Sie ist hier beckenartig erweitert. Dies kommt dadurch, daß das in die Farisbergkette eingeschaltete Klusenzwischenstück rein O-W streicht, wodurch der Breitenberg etwas nach N verschoben wird, während die Weißensteinkette ihr normales ONO-WSW-Streichen beibehält.

Die orographische Gliederung der Weißensteinkette ist nicht so übersichtlich. Das hängt mit ihrem komplizierteren tektonischen Bau zusammen. Im O unserer Karte in der Gegend von Olten klingt die Antiklinale aus in einer flexurartigen Aufwölbung des Südschenkels der Hauensteinkette. Rasch hebt sie sich heraus, und zwischen Holderbank und Oberbuchsitten sehen wir den Scheitel der Kette schon bis auf die Schichten des oberen Dogger erodiert. Der weite flache Aufbruch der Antiklinale wird umsäumt von den Kalken des Malm. Diese sind weiter im W auch im Scheitel noch erhalten und bilden die kaum gewölbte Platte des Roggen, in dem die Kette bereits eine Höhe von annähernd 1000 m erreicht. Die von der Erosion bloßgelegten Flanken des Gewölbes sind ganz mit Schutt- und Trümmermassen bedeckt und lassen keine orographische Gliederung erkennen. Sie wird erst in der Umgebung der Klus wieder deutlich. Nähern wir uns der Oensinger Klus von S, so sehen wir ihren Eingang, ganz wie in der von Mümliswil, zu beiden Seiten von den in Ravellen und Lehnfluh steil aufragenden Malmkalken des Südschenkels flankiert. Dahinter folgen dann beiderseits, durch tief ausgehöhlte Argovienkomben getrennt, die Doggergewölbe. Im O der Klus gipfelt der Rogenstein im Sonnenwirbel, der weiter zurück noch von den Malmkalken der Roggenfluh überragt wird. Dazwischen breiten sich auf den Schichten des Argovien und Callovien die Matten des Oensinger Roggen aus. Am Nordabhang der Roggenfluh liegt der Balsthalroggen. Im W der Klus bildet der Hauptrogenstein das 1095 m hohe Außerberggewölbe, dessen Abbruch gegen die Klus hin Wannenfluh genannt wird, ihm ist im N die Schwengimatt vorgelagert. Wie in der Mümliswiler Klus, so fehlen hier auf der Nordflanke der Antklinale die Argovienkomben. Die Malmkalke des Nordschenkels reichen hoch hinan bis an die Rogensteinschichten des Gewölbedaches. Auch die Oensinger Klus ist in ihrem Zentrum erweitert, und zwar in noch viel stärkerem Maße als die Mümliswiler. An ihrem Boden bemerken wir wieder einen tiefliegenden Doggerkomplex, den die Dünnern jetzt in Hesselberg im O und Risliberg im W teilt. Schon der ganz übereinstimmende Bau zeigt uns, daß wir es bei beiden Klusen mit denselben tektonischen Vorgängen zu tun haben müssen. Weiter im W, nahe dem Rande unserer Karte, nimmt die Kette einen ganz anderen Bau an. Der Außerberg bricht plötzlich ab, ein tiefer Ausbiß schneidet

von S in die Kette ein und zieht bis zu den Malmkalken des Nordschenkels hinauf. Dann taucht in der Randfluh ein neues Doggergewölbe auf, dessen Scheitel jedoch bald aufgebrochen und bis auf den Keuper erodiert ist. Während die höchsten Höhen seither, wie das normalerweise immer der Fall ist, im Scheitel der Antiklinale lagen, gipfelt sie nun in den hochaufragenden Malmkalken des Nordschenkels. Hier erreicht die Weißensteinkette ihre größte Höhe im Bereiche unserer Karte, in dem Hellköpfli, das 1243 m hoch ist. Von da fällt das Terrain in einem, dem stratigraphischen Bau entsprechend stufenartig modellierten, Profil bis zu dem vom Keuper gebildeten Gewölbescheitel und dann weiter nach S bis zum Molasseland ab, ohne daß der Südschenkel irgendwie deutlich im Relief hervortritt. Statt seiner sind der Kette hier teils wirr durcheinanderliegende, teils noch in ursprünglichem Zusammenhang befindliche Felsmassen vorgelagert, die weit bis in das Molasseland hinausreichen und auf den ersten Blick den Anschein eines gewaltigen Bergsturzes erwecken. Es wird Aufgabe des tektonischen Teiles sein, eine Erklärung für diese merkwürdigen Verhältnisse zu geben.

III. Stratigraphischer Teil.

A. Diluvium.

S)[1]).

Ablagerungen der Diluvialzeit treten in dem untersuchten Gebiet in zweierlei Gestalt auf: erstens als Flußterrassen am Südrande des Jura, zweitens als Ueberstreuung des ganzen Gebirges mit erratischem Material.

Westlich des Ausganges der Oensiger Klus findet sich unmittelbar oberhalb der nach Bipp führenden Straße eine stark verlehmte, aus jurassischem und alpinem Material gebildete Terrasse. Sie läßt sich von da an unter den Häusern von Lehn hindurch bis nach Niederbipp hin verfolgen. Ihre Oberkante liegt bei ca. 500 m. O Klus konnte ich oberhalb Oensingen Reste einer zweiten, ein etwas höheres Niveau einnehmenden Flußablagerung beobachten. An der zur Blechburg hinaufziehenden Straße lassen sich, von Punkt 547 an, alpine und jurassische Schotter oberhalb der Häuser „Im Berg“ bis auf das kleine Plateau bei Vogelherd verfolgen. Die Oberkante dieser Terrasse mag etwa in 550 m Höhe gelegen haben. Eine genaue Parallelisierung der Terrassenreste mit denen anderer Gebiete läßt sich natürlich ohne ihre Weiterverfolgung auf große Strecken hin nicht vornehmen.

Man nimmt allgemein an, daß bei der vorletzten oder Rißeiszeit die alpinen Eismassen das Juragebirge erreicht haben. Nach der Ansicht Brückners stauten sie sich vor dem Gebirgswall auf und drangen durch Lücken und über Einsattelungen in das Innere der Ketten ein, um sich dann von neuem auszubreiten. Nur die höchsten Erhebungen scheinen frei von alpinem Eis geblieben zu sein. Als die letzten Spuren dieser Vereisung haben wir die erratischen Blöcke und Gerölle alpiner Gesteine anzusehen, die wir allenthalben im Klusengebiete finden. Besonders letztere haben in der Weißenstein- und Farisbergkette eine große Verbreitung und finden sich auf den höchsten Höhen, wie z. B. dem Plateau des Roggen[2]). Einige Anreicherungen solcher erratischen Gerölle sind auf der Karte angegeben. Zuweilen nehmen sie moränenartigen Charakter an, wie am Seblenhof SW Holderbank. Hier liegen in einem ziemlich mächtigen Ver-

1) S. Anm. S. 4. S) = Südliches Gebiet von H. Gerth. N) = Nördliches Gebiet von W. Delhaes.

2) Ein großer Teil dieser Gerölle dürfte nach den Beobachtungen von W. Delhaes aus der durch die Erosion entfernten Molasse stammen.

witterungslehm zahlreiche alpine und jurassische Gerölle und gerundete Blöcke. Die Erratica rekrutieren sich vorwiegend aus Quarziten, Glimmerschiefern und Graniten. Doch finden sich am Seblenhof auch seltenere alpine Gesteine, wie z. B. die bekannten Radiolarienhornsteine. Eine Anhäufung größerer erratischer Blöcke findet sich im Tal auf der Molasse im Aennerholz S Laupersdorf.

Zu den Bildungen der Diluvialzeit dürften dann ferner noch, wie wir später sehen werden, die Trümmer und Schuttmassen zu rechnen sein, die oft den Flanken der Gewölbe vorgelagert sind und sie auch zuweilen ganz verhüllen.

N)

Das Diluvium ist im Passwanggebiet nur sporadisch entwickelt. Vereinzelte erratische Blöcke und eine große Anzahl von jurassischen und alpinen Geröllen sind fast die einzigen Zeugen einstiger Vergletscherung zur Riß-Hochterrassenzeit.

Die in der Literatur erwähnten erratischen Blöcke stammen aus dem Gebiet des einstigen Rhonegletschers. Es handelt sich um Biotitgranit, konglomeratischen Triasquarzit, glimmerigen Karbonsandstein, Eklogit vom Allalingebiet, Valloreinekonglomerate des Carbon. Strübin und Kaech (78) geben eine Zusammenstellung der bis 1904 bekannten erratischen Blöcke. Sie beschreiben die Blöcke von Bachtelen, vom Dürrenberg und Kunigraben NW Langenbruck (78, 6—9, No. 28—35). Ein Gneisblock (25 × 75) vom Austritt des Bachtelengrabens auf die Bachtelenwiese wird nicht erwähnt. Bei Hard fand ich nahe dem Höllochbach auf Tertiär größere erratische Blöcke von Unterem Dogger. Mit größeren und kleineren alpinen Geröllen (überwiegend Quarziten, s. u.) ist die Molasselandschaft zwischen Mümliswil und Ramiswil überschüttet. Einen guten Aufschluß mit alpinen und jurassischen Geröllen findet man beim Hause 740 oberhalb Fraurütibach NW Langenbruck. Das alpine Material besteht auch hier vorwiegend aus grauen, rötlichen, weißen Quarziten und Kieselschiefern, daneben findet man Gneis, Chloritschiefer, Sericitschiefer etc. Das Juramaterial setzt sich aus wohlgerundeten, mehr oder minder großen Geröllen von Hauptrogenstein, Kimmeridge, Verenaschichten, Effinger Schichten, Ferrugineusschichten zusammen. Vereinzelte alpine Gerölle verfolgte ich bis in die Passwangkette hinein. So fand ich sie auf dem Feld N Mittl. Bilstein (Quarzit), bei der Viehhütte 946 NW Hint. Bilstein (Karbongestein von Kopfgröße) und NO dieser Viehhütte in tiefen Versickerungstrichtern vor dem Waldsaum (Quarzite).

Mitunter spricht die Geländebeschaffenheit für einstige Vergletscherung des Passwanggebietes. Wie in den beiden südlichen Ketten fallen auch hier die jetzt abflußlosen oder wasserarmen Tälchen auf. Ihre jetzigen dünnen Wasserfäden können unmöglich die tiefen und weiten Schluchten geschaffen haben. Ihre Entstehung fällt wohl in eine einst niederschlagsreichere Zeit. In diesem Zusammenhang seien der Tümmelgraben auf der Südflanke der Passwangkette, die nach O gewandten Schluchten des Kunigraben, des Neunbrunnbergbaches und die Schluchten der Brochenen Fluh, von Oerlenberg, Enzianfluh, Bürtenfluh auf der Nordflanke der Passwangkette erwähnt.

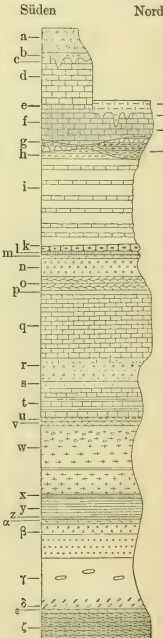
Gleicher Entstehung sind wohl auch die eigenartigen „Zingelen"-Klippen (Taf. V, Fig. 2). Ihre senkrechten Schichten sind nicht nur im Streichen durch Längstälchen, sondern auch senkrecht zum Streichen durch Quertälchen in einzelne, gleichschenklige, dreieckige Nadeln zerlegt. Aehnlichen Ursprunges sind vielleicht auch einige im Schichtenstreichen ausgetiefte Tälchen; so das Trockentälchen NO der Viehhütte 946 NO Kellenberg und das Graubodental. Dieses Synklinaltal endet SW des Hauses 991 wannenartig, blind, und beim Punkte 870 m stürzt sein Bach über die Stufe der steilstehenden Sequankalke zum Bogenthal hinab.

Vielleicht sind auch die Versickerungstrichter in den tonigen Schichten von Argovien, Callovien, Unterem Dogger in einer niederschlagsreicheren Zeit entstanden, denn ihr Auftreten an hochgelegenen, heute wasserarmen Stellen ist auffällig. Zum Teil erreichen sie beträchtliche Dimensionen: so besitzt ein solcher NO Viehhütte 946 NO Kellenberg einen Durchmesser von 20 m.

Endlich sind wohl auch die großen Schuttmassen von Kimmeridge, Sequan, Hauptrogenstein, welche die Südflanke der Passwangkette zwischen Große Schwänglen und Vorder Beinwilberg begleiten, auf die einstige Vergletscherung zurückzuführen. Sie decken die Molasse der Mümliswiler Synklinale zum Teil ein und bilden den Untergrund der Gehölzlappen in der Molassewiesenlandschaft.

	Tabellarische Schichtenfolge		Passwang- und Ullmetkette		Weißenstein- und Farisbergkette in der Umgebung der Klusen	
		Horizont	Facies	Mächtigkeit	Facies	Mächtigkeit
Tertiär	Oligocän	a) Molasse	Glimmerige Sandsteine, zum Teil knollig	?	Bunte Mergel Glimmerreiche Sandsteine	
	Eocän	b) Obereocäner Süßwasserkalk	Bituminöse Kalke und Mergel	6—20 m	Bituminöse Kalke und Mergel	
		c) Bohnerzformation	Bolus mit Bohnerz und Geröllen, Huppererde	0 m bis > 20 m	Bolus mit Bohnerz	
Malm	Kimmeridge	d) Kimmeridge	Dichte, weiße Kalke	> 25 m fehlen im Norden	Helle, massige Kalke	schwankend
		e) Verenaschichten (Ob. Sequan)	Oolithische und dichte, weiße Kalke	10 m fehlen im Norden	Helle, mehr weniger ool. Kalke	ca. 10 m
	Sequan	f) Wangenerschichten (Mittl. Sequan)	Meist ool., weiße oder gelbe Kalke	> 25 m im NW auffallend mächtig	Wohlgeschichtete gelbbraune, zuweilen spätige Oolithe	ca. 20 m
		g) Crenularisschichten (Unt. Sequan)	Ool. Kalke und Mergel. Sehr schwankend	Sehr schwankend $1^1/_4$—20 m	Oolithische oder spätige Kalke und Mergel	ca. 5 m
	Argovien	h) Geisbergkalke	Dichte oder ool. Kalke. Sehr schwankend	Sehr schwankend 0—20 m	Dichte oder oolithische Kalke uud Mergel	ca. 10 m
		i) Effinger Schichten	Tonige Kalke und Mergel im Wechsel. Mergel überwiegend	> 100 m bis ?250 m	Mergel mit Bänken splittrigen Kalkes	80—100 m
		k) Birmensdorfer Kalke	Dichte, tonige Kalke mit schwachen Mergellagen	Im Süden 3—4 m im Norden 7 bis 8 m	Tonige Kalke mit Mergelzwischenlagen	10—40 m
	Oxford	l) Oxford	Tone	3 m	Ton, nur in der Farisbergkette	50 cm
Dogger	Callovien	m) Athleta-Eisenoolith	Eisenool. Mergelkalk	0,35—0,50 m	Eisenoolithischer Mergelkalk	ca. 0,40 m
		Callovienspatkalk (Dalle Nacrée)	Eisenschüssiger Spatkalk	3 m	Eisenschüssiger Spatkalk	ca. 3 m
		n) Callovientone	Tonige Mergel mit knolligen Sandkalken	20 m	Tonige Mergel mit knolligen Sandkalken	ca. 25 m
	Bathonien	o) Macrocephalenschichten	Sandiger Mergelkalk uud Tone	9—12 m	Spätiger, eisenschüssiger Mergelkalk	ca. 15 m
		Obere Variansschichten	Dgl.		Sandiger Mergelkalk und Tone	
		Untere Variansschichten	Eisenschüssiger Spatkalk	$3^1/_2$—5 m	Eisenschüssiger Spatkalk	
		p) Ferrugineusschichten	Eisenschüssiger, ool. Kalk	$5^1/_2$ m	Eisenschüssiger oolithischer Kalk	10 m
		q) Hauptrogenstein	Ool. Kalke	70 m	Oolithische Kalke	80 m

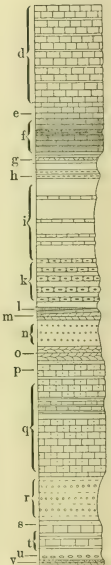
Schematische Schichtenfolge der Passwang-Ullmetkette.
Von W. Delhaes.
1 : 5000.



2 *

Tabellarische Schichtenfolge		Passwang- und Ullmetkette		Weißenstein- und Farisbergkette in der Umgebung der Klusen		
	Horizont	Facies	Mächtigkeit	Facies	Mächtigkeit	
Dogger	**Bajocien** r) **Blagdenischichten**	Glimmerreiche, dunkle Sandkalke u. Mergel im Wechsel	20—30 m	Knollige Sandkalke und Mergel	ca. 30 m	ca. 100 m
	s) **Humphriesi-Eisenoolith**	Eisenool. Mergelkalke	$2^1/_2$—7 m	Eisenoolithische Mergelkalke	?	
	t) **Obere Sauzeischichten**	Eisensch.-Eisenool. Spatkalke	3—10 m	Gelbbraune Sandkalke	?	
	Untere Sauzeischichten	Gelbbraune, glimmerreiche Sandkalke mit Mergellagen	25—30 m			
	u) **Sowerbyischichten**	„Grenzknollenlage" mit eisenschüss.-eisenool.Kalkknollen Darunter Tone und Mergel oder sandige Kalke	$2^1/_2$—8 m	Tone mit eisenschüssigen Geoden	?	
	v) **Murchisonaeschichten**	Eisenoolith und Spatkalk oder knolliger Kalk und Mergel	$1^1/_2$— 3 m	Eisenoolithische und Spatkalke	2—3 m	
	w) **Opalinustone**	Tone mit Tonkalkfladen und Schwefelkiesknollen. Unten fossilreiche Tonschiefer. In der Mitte eisenool. Kalkbank mit Zopfplatte	80—100 m	Glimmerreiche, schiefrige Tone	?	
Lias	**Ob. Lias** x) **Jurensismergel**	Bituminöser Kalk und Mergel	1 m	—	—	
	Mittleres Lias **Belemnitenkalk**	Glaukonitischer, eisenschüss. Mergelkalk	3 m			
	Unt. Lias y) **Obliquaschichten**	Knollige Spatkalke mit Kieselkonkretionen und Sandkalke mit Mergeln	20—22 m	—	—	
	z) **Arcuataschichten**	Grobspätiger, dol. Kalksandstein	ca. 0,50 m	—	—	
Trias	**Rhätkeuper** α) **Rhätkeuper**	Weißer, glimmerreicher Kalksandstein mit Bonebedlagen	3—$4^1/_2$ m	—	—	
	Gipskeuper β) **Gipskeuper: grüne Mergelgruppe**	Grüne Mergel, Steinmergel und Dolomite	10—12 m	—	—	
	γ) **Gipskeuper: bunte Keupermergelgruppe**	Bunte Steinmergel, Dolomite, Mergel, unten mit Gipsknollen	> 20 m bis > 100 m	—	—	
	Lettenkohlenkeuper δ) **Lettenkohlenkeuper**	Tone; weißer Dolomit mit Bonebedschmitzen	?	—	—	
	Muschelkalk ε) **Trigonodusdolomit**	Heller Dolomit mit Hornsteinknauern	6 m	—	—	
	ζ) **Ob. Muschelkalk**	Plattenkalke und Trochitenkalke	ca. 38 m	—	—	
	η) **Mittl. Muschelkalk (Anhydritgruppe)**	Heller Dolomit mit Hornsteinbändern und -knauern Zellendolomit mit Gipsstöcken	?	—	—	

Schematische Schichtenfolge der Weißenstein-Farisbergkette.
Von H. Gerth.
1 : 1000.



Anmerkung. Die Mächtigkeitsangaben sind nur ungefähre, da die wahre Mächtigkeit, namentlich der mergeligen und tonigen Horizonte, durch die tektonischen Vorgänge sehr verändert worden ist.

B. Tertiär.

1. Süßwassermolasse.

S)

Ablagerungen der Tertiärzeit sind in dem untersuchten Gebiet auf die beiden Mulden von Balsthal und Mümliswil, sowie den Südrand des Jura beschränkt. An letzterem ist die Molasse

durch die Trümmer des Gebirges, fluviatile und glaziale Ablagerungen auf große Strecken hin verhüllt. Nur oberhalb Oensingen am Fuße der Ravellenfluh und dann weiter im O zwischen Oberbuchsitten und Egerkingen sind Bohnerz und Molasse aufgeschlossen. Baumberger (2) ist zurzeit mit einer eingehenden Untersuchung der Tertiärablagerungen in der Balsthalmulde beschäftigt. Er hat ein Profil entworfen, welches das Tal bei Matzendorf unweit des Westrandes unserer Karte schneidet. Die vorwiegend sandige Molasse alsacienne wird von Süßwasserbildungen des Delémontien überlagert, bunten Mergeln und Süßwasserkalken, über denen die Molasse lausannienne folgt. Auf der Karte konnte ich aus Mangel an Aufschlüssen in der Gegend von Balsthal eine Gliederung der Molasse nicht vornehmen. Der einzig größere Aufschluß befindet sich unweit Innere Klus an der Straße nach Laupersdorf; hier wird in einer Grube Formsand für das Eisenwerk Klus gewonnen.

Besser sind die Tertiärbildungen in der Mümliswiler Mulde aufgeschlossen. An dem von der Schloßweid herunterkommenden Bach SW Breitehöhe kann man folgendes Profil beobachten. Ueber dem Kimmeridgekalk, auf dem hier das Bohnerz fehlt, folgt ca. 4 m schlecht aufgeschlossener grünlicher Molassemergel. Ueber ihm liegt eine ca. 80 cm mächtige Süßwasserkalkbank. Diese Süßwasserbank läßt sich entlang des ganzen Nordschenkels der Farisbergkette verfolgen. Oberhalb Ramiswil, W Katzenstiege, ist er besonders reich an *Limnaeen* und *Planorben*, die oft noch ihre Schale besitzen. Ueber dem Süßwasserkalk liegen im Profil an der Breitehöhe kleine Bänkchen von Molassesandstein mit Pflanzenresten und Geröllen von Jura und Alpengesteinen. Hierüber folgt die mächtige, vorwiegend sandig entwickelte Molasselausannienne[1]).

N)

Die Tertiärschichten haben im Passwang eine große Verbreitung und setzen sich aus den Schichten der Unteren Süßwassermolasse und der Bohnerzformation zusammen. Eine Dreiteilung der Süßwassermolasse in Molasse lausannienne, Delémontien, Molasse alsacienne, die Baumberger im Dünnerntal N Matzendorf (2, 7 Prof.) beschreibt, ist in der Passwangkette nur an wenigen Stellen durchzuführen.

Auf den Wiesen und Feldern des Mümliswiler Tales sieht man meist nur graugrünen, sandigen, glimmerreichen Boden, hier und da mit Süßwasserkalkstücken. Die graugrünen, glimmerigen, mitunter kugelig-fladenartig abgesonderten Molassesandsteine (Molasse lausannienne) sind im Waldstreifen am Wege NO Sebleten-Breite; an der Höhe 732; beim Eintritt der Langenbrucker Chaussee in den Wald O Breite zu sehen. Der interessanteste Molasseaufschluß befindet sich wenig oberhalb dieser Straße O ihrer zweiten großen O—W-Kehre O Breite. Hier findet man die steilstehende Mol. lausannienne in kugeliger Absonderung und in ihrem Liegenden folgendes Profil:

1) 1 m sehr feinkörnige, sandige Molasse,
2) 15—20 cm große Blöcke von Süßwasserkalk, von sandiger Molasse umhüllt (größter Block 40—50 cm hoch, 20—30 cm dick).
3) ca. 15 cm Konglomeratlage mit Geröllen in sandiger, zuckerkörniger Molasse.
4) Süßwasserkalkknöllchen von Haselnuß- bis Walnußgröße in einem schmierigen, glimmerigen, frisch braunen, verwittert graugrünen Zement.

Die Konglomeratlage beansprucht einiges Interesse und erinnert an die aus dem Delsberger Becken beschriebenen Unteroligocänen „Gompholite“ (37, 109—110; 65, 121—123, 127). Ihre Konglomerate sind zum Teil exotischen, zum Teil jurassischen Ursprunges,

1) Vgl. S. 14, Mitte.

Der Mollasezement ist feinzuckerig und enthält größere, kleinere, ganz kleine Gerölle. Ich fand in ihm eine Bryozoe, Gastropoden-, Lamellibranchiaten-, Fischzahnreste. Unter den Körnchen des Zementes überwiegen weiße, bräunliche, graue, schwarze Quarzite und weiße Quarze über die Eruptiva. Die größten Gerölle erreichen die Größe von 1—2 Fäusten. Von jurassischen Geröllen sind Hauptrogenstein, weißer, dichter und grauer Kimmeridgekalk, brauner Süßwasserkalk zu erwähnen. Diese sind zum Teil ringsum von Pholaden angebohrt, und ihre birnförmigen Hohlräume sind mit dem zuckerkörnigen Molassezement ausgefüllt. Außerdem haben diese Gerölle eine grubenartig vertiefte Oberfläche. Von den exotischen Geröllen sind rötliche, braune, schwarze, weiße Quarzite am häufigsten. Daneben kommen auch einzelne Gneisgerölle vor. Die Quarzite sind den als „diluvial" beschriebenen durchaus ähnlich. Also sind diese vielleicht zum Teil nur aufgearbeitetes Molassematerial.

Leider konnte ich diese anscheinend marine Konglomeratlage an keiner anderen Stelle nachweisen. Zweifelhaften Ursprungs ist ein von Pholaden angebohrtes Effinger Kalkgeröll, das ich am Nordrand der Wiese 803 vom Dürrenberg nahe der Huppererde fand. Der Nachweis wäre schon für die Bestimmung ihres Verhältnisses zum Delsberger Kalk und der hangenden Molasse lausanniene von Wichtigkeit. Im Delsberger Becken transgrediert die Molasse alsacienne über den Unteroligocänen Gompholit (37, 109—110; 65, 121—123, 127), und dieser liegt auf Bolus, beziehungsweise auf Unteroligocänem Süßwasserkalk des Ludien (37, 110). Anders liegen die Verhältnisse im obigen Aufschluß (s. o.). Hier ist die Gompholitlage anscheinend nur eine Einschaltung der Molasse lausannienne, und die liegenden Delsberger Kalke und Molasse alsacienne und Bohnerzformation sind nicht aufgeschlossen. Fast genau S dieser Stelle traf ich mit Dr. Gerth im Bach der Breitehöhe (s. o.) ähnliche Verhältnisse an[1]). Auch hier ist die Dreiteilung in Molasse lausannienne, Delémontien, Mol. alsacienne durchzuführen. Der grünliche Molassemergel im Hang. des Kimmeridge gehört zur Mol. alsacienne, darüber folgt eine 80 cm mächtige Delsberger Kalkbank und darüber, entsprechend den Schichten 1—4 meines Profiles, die Mol. lausannienne (grisse), an der Basis mit einer Geröllage von Jura- und Alpengesteinen.

Martins Annahme (37, 110), die Mol. lausannienne existiere nicht im Jura, wäre somit zu ändern und ist ja schon durch das Baumbergersche Profil von Matzendorf (2, 7) entkräftet.

Die Mächtigkeit der Mol. lausannienne schwankt in der Mümliswiler Mulde infolge von verschiedenen Querstörungen (S. 40) und des daraus verständlichen verschiedenen Betrages der Erosion sehr. Sie ist im östlichen Teil zwischen Breite und O Bachtelen viel mächtiger. Hier wird im Kern der Synklinale Delsberger Kalk nicht sichtbar. Dagegen ist die Mol. lausannienne-Schicht zwischen Breite und Mümliswil nur dünn, denn hier stößt man auf den Schenkeln und im Kern der Mulde überall auf Süßwasserkalk (s. Karte).

Wie im Nordschenkel der Farisbergkette, zieht auch im Südschenkel der Passwangkette im Hangenden von Kimmeridge oder Bohnerzformation der Delsberger Süßwasserkalkhorizont. Allerdings ist er nur selten, z. B. im Waldsaum N Almend Merzrüti, aufgeschlossen und meist von Schutt verhüllt. Bei Hard-Hoelloch N Mümliswil (65, 128) bildet der Kalk eine Terrainkante im Hang. der Bohnerzformation und wird nach Mümliswil zu von Mol. lausannienne überlagert. Wenig unterhalb des Fußsteiges sieht man folgendes Profil:

1) im Hang. $2^1/_2$ m bröckeliger Mergelkalk von hellbrauner Farbe.

2) $2^1/_2$ m hellbrauner bis dunkelbrauner Kalk.

1) Siehe S. 13, oben.

Die dunklen Lagen sind stark, die hellen Lagen kaum bituminös. Kleine, miarolithische Hohlräume durchsetzen den zum Teil brecciösen Kalk, und vereinzelte Schwefelkiesspritzen werden sichtbar.

Innerhalb der Passwangkette erreicht der Delsberger Kalk, den Rollier an die Grenze von Oligocän und Miocän (65, 127—129), Schmidt (72, 612) ins Obere, Martin (37, 110) ins Mittlere Aquitan stellen, eine weit größere Mächtigkeit als in der Mümliswiler Synklinale. In der Passwangkette findet man Aufschlüsse im Delsberger Kalk in der hochgelegenen Synklinale von Roßboden-Vorderer Geißberg-Waldweide-Humbel. Die Aufschlüsse der Waldweide-Humbel werden in den Arbeiten (11, 65; 42, 8) erwähnt. Ich stellte in einer Anzahl von guten Aufschlüssen Mächtigkeit und Lagerung des Delémontien fest. Danach kann ich Rolliers Angabe des allmählichen Uebergangs der Molasse alsacienne in das Delémontien bestätigen (37, 109). Doch bleibt die Mächtigkeit der Mol. alsacienne und der Delsberger Kalke auch in der Passwangkette, wie in der Mümliswiler Mulde, weit hinter der von Moutier, Delsberg und des Mittellandes zurück. Mol. alsacienne-Delémontien sind bei Pichoux (80—100 m), bei Moutier (120 m), im Mittelland (150—200 m) mächtig (37, 110). Innerhalb der Passwangkette erreichen beide im Maximum nur 25 m.

Am Ostende der Waldweide sind zwischen spitzwinklig zusammenstoßenden Waldstreifen Süßwasserkalke mit karstartiger Zerklüftung aufgeschlossen (ca. 3 m). Beim Abstieg nach O durch den Bach stößt man nochmals auf eine Kalkkante von 5 m. Nach einer ungefähr 5 m hohen aufschlußlosen Strecke folgt eine interessante Bohnerzformationsserie (s. u.). Hier ist der Delsberger Kalk also noch ungefähr 15 m mächtig. Im Oerlenbergbach trifft man dicht unter dem Wege auf einen Wechsel von Süßwasserkalken und Mergeln. Diese Kalkserie läßt sich im Nordwaldsaum der Wiese W bis Enziane, O bis zum Weg nach Waldenburg verfolgen. Auf der Wiese O „Hohe Stelle“ ist am Wege glimmerreiche, graugrüne Molasse angeschnitten. Der größere Glimmergehalt unterscheidet sie von den Mergeln im Verbande mit den Süßwasserkalken. Hier haben wir es also jedenfalls mit Mol. lausannienne und im Liegenden mit der Delémontienserie zu tun. Die Molasselage ist aber jedenfalls nur noch sehr gering mächtig, denn stellenweise kommen Süßwasserkalkstücke zum Vorschein. SO des Wiesenzipfels über der „Brochenen Fluh“ quert der Fußweg zwei kleine Bachrisse, in denen die Süßwasserkalke konkordant auf dem Sequan lagern.

In dem Bach W Klippe 851 vom Liegenden zum Hangenden:

3) Mittl. Sequan (Kalke).
2) Mol. alsacienne. Mergel: außen gelbbraun, innen blau, fossilleer, nach oben kalkiger.
1) Delémontien. Mergel und Kalke im regelmäßigen Wechsel. Mergel: blaugrün-graugrün, fossilarm, mit verstreuten Glimmerblättchen. Kalke: hellgrün, braun, gelblich, fossilreich. (2+1 ca. 25 m.)

Im Bach O Klippe 851 vom Liegenden zum Hangenden.

3) Mittleres Sequan (Kalke).
2) Mol. alsacienne; Mergel ($5^1/_2$ m).
1) Delémontien; Mergel und Kalke im Wechsel, nur $2^1/_2$ m aufgeschlossen.

Eine scharfe Trennung von Mol. alsacienne und Delémontien ist nicht möglich. W fehlen bis zum Bogenthal fortlaufende Profile. Hier findet man am Westende der kleinen Wiese N Gehöft Bogenthal über Mergeln der Wiese den Kern der Delsberger Kalksynklinale. Die Kalke sind braun, stark bituminös, zum Teil gelblichgrau und rötlichgelb, wenig oder gar nicht bituminös und sind zum

Teil scheinbar brecciös. Ihre Oberfläche ist häufig stark angefressen und zellig. Noch weiter W am Vorderen Geißberg findet man wieder Süßwassermergel und Knöllchen, häufig mit einem *Helix*-Kern.

Die Fauna des Süßwasserkalkes besteht an den verschiedenen aufgefundenen Fundpunkten: Hard, Schürtiboden, Waldweide, O Brochene Fluh, N Bogenthal vorwiegend aus *Limnaea pachygaster* Thom., *Limnaea subovata* Hartm., *Helix Raimondi* Brogn., *Planorbis* cf. *cornu* Brogn., die mitunter in zahllosen, winzigen Schälchen und von gutem Erhaltungszustand das Gestein anfüllen.

2. Bohnerzformation.

S)

Die Unterlage der Molasse bildet die eocäne Bohnerzformation, nur an wenigen Stellen scheint sie ganz zu fehlen. Den roten Bohnerzton (Bolus) mit den kugelig oder unregelmäßig gestalteten Eisenkonkretionen finden wir in sehr wechselnder Mächtigkeit den höchsten Kalken des Malm aufgelagert und ihre Spalten und Vertiefungen ausfüllend. Vielfach ist das Erz früher ausgebeutet worden, und noch heute finden wir die Gruben und Halden am Fuße der Ravellenfluh oberhalb Oensingen, in der Erzmatt SO Balsthal, oberhalb Laupersdorf und in der Mümliswiler Mulde oberhalb Ramiswil, wo die Bohnerzbildungen offenbar lokal eine bedeutende Mächtigkeit besitzen. Am Südrande des Jura ist die Bohnerzformation berühmt geworden durch die in ihr vorkommenden Wirbeltierreste; ein großer Teil der von Rütimeyer beschriebenen Funde stammt aus Oberbuchsitten und Egerkingen.

N)

Die Bohnerzformation ist durch Huppererden, Bolus und Bohnerz vertreten. Ihre Mächtigkeit wechselt sehr; sie kann ganz fehlen und erreicht an benachbarter Stelle mindestens einen Betrag von 20 m. Z. B. lagert in der abgesunkenen Scholle N Vord. Wasserfalle-Oerlenberg-Fuchslöcher der Süßwasserkalk unmittelbar auf Mittleren Sequan. Dagegen ist zwischen beiden auf der Strecke Vord. Wasserfalle-Waldweide die Bohnerzformation eingeschaltet. Der beste Aufschluß findet sich in dem Wasserfall am Küngenköpfli O Waldweide. Hier beobachtet man in einer weiten Sequantasche vom Liegenden zum Hangenden:

Linke Bachseite: 1) Roten Bolus mit Bohnerz, in der oberen Lage, mehr oder weniger große, bis handgroße Gerölle mit limonitischer Rinde und einer Breccienbank mit Sequangeröllen (mindestens 15 m).

Rechte Bachseite: 2) Roten, bohnerzreichen Bolus im Wechsel mit braunem, bohnerzarmem Bolus.

3) Gelbbraune, bröckelige, glimmerreiche Huppererde (ca. 3 m). In ihrer oberen Lage eine Geröllage (10 cm) mit Geröllen bis Nußgröße.

4) Gelbes, deutlich oolithisches Mittl. Sequan ca. 6 m (10° S).

Die Huppererde ist in den unteren Lagen ein sehr feinkörniger, nach oben grobkörniger Quarzsand mit vereinzelten Bohnerzpartikeln und geht in die Geröllage über. Die Gerölle haben einen braunen Ueberzug. Von 21 mitgenommenen Geröllen waren 10 ein gelblicher, dichter Kalk, wie ich ihn anstehend nicht kennen lernte; 6 erinnern an Kimmeridgegesteine des Passwangsüdschenkels, 4 an Mittleres Sequan-Gesteine, und 1 war eine Kieselkonkretion.

Die Gerölle aus dem Bolus sind sehr viel größer, und es überwiegen Kieselkonkretionen. Zwei Varietäten lassen sich unter ihnen unterscheiden. Die eine Varietät ist ein dichter, weißer, grau gebänderter, konzentrischer Kiesel, ähnlich denen aus dem Oberen Kimmeridge der Weißenstein-Farisbergketten. Die andere gehört zu den „Katzenköpfen", wie sie Celliers (8) von Humbel, Rollier (67) und Leuthardt (28) von Lausen bei Liesthal beschrieben haben. Es

sind weiße, poröse, zuckerige Hornsteinknollen mit zahllosen stecknadelkopfgroßen Löchern. Rollier und Celliers fanden in diesen Kieseln eine reiche Fauna vom Alter der Nattheimer-Wettinger Schichten (67; 8). Die gleichen Knollen fand ich mit Fossilresten (*Lima*) in der Juranagelfluh bei Engelsrüti N Eptingen. Die Kieselknollen haben eine eisenschüssige Rinde von 2—3 mm, die sich in abgestufter Tönung nach innen verliert.

Interessant ist die Malmkalkbreccienbank aus der gleichen Boluskonglomeratlage. Ihr Zement ist eine dunkelbraun-graugrüne limonitische Masse mit Quarzkörnchen und Bohnerzpartikeln. Die gelb-oolithischen Mittleren Sequankalke und dichten weißen Kimeridgegerölle sind mehr oder weniger gerundet oder scharfeckig von Stecknadelkopf- bis Kartoffelgröße, und jedes Geröll ist von der Limonitmasse umhüllt.

C. Malm.

3. Kimmeridge.

S)

Die obersten Schichten des Kimmeridge werden im Klusengebiet aus knolligen, weißen Kalken gebildet, die zahlreiche runde, innen grau und weiß gebänderte, außen gelbgerindete Kieselkonkretionen enthalten. Nicht überall scheinen sie in dieser Ausbildung entwickelt. Ich kenne sie von den Felswänden unterhalb der Friedau an der Straße Egerkingen-Langenbruck als Hangendes der *Pygurus*-Schichten. In den Steinbrüchen bei Oberbuchsitten werden sie durch helle, dichte, plattige Kalke vertreten. Die Feuersteine finden sich ferner in der Weißensteinkette am Nordabhang der Schwengimatt. Aus der Farisbergkette kenne ich sie von der Schloßfluh NO Balsthal. Bei Langenbruck sollen diese Schichten nach Moesch (40, 169) an der Straße nach Egerkingen *Pygurus tenuis* führen. Die charakteristischen Kieselkonkretionen sprechen dafür, daß es sich bei diesen höchsten Lagen des Kimmeridge im Klusengebiet um ein Aequivalent der Wettinger Schichten des östlichen Aargauer Jura handelt.

In seiner zweiter Publikation über den Aargauer Jura stellt Moesch (41, 87) die *Pygurus*-Schichten von Oberbuchsitten wegen ihrer Fauna ins Astartien zu den Badener Schichten. In den großen Steinbrüchen zwischen diesem Ort und Egerkingen bestehen sie aus durch Glaukonit grün gefärbten Kalkbänken mit oolithischen Mergelzwischenlagen. In der Gegend von Solothurn sind die bekannten Schildkrötenkalke ein Aequivalent dieses Horizontes.

Die typischen fossilreichen Badener Schichten werden nach Moesch im Klusengebiet durch die Zone des *Collyrites trigonalis* repräsentiert. Auch sie sind bei Oberbuchsitten gut aufgeschlossen, und ihre reiche Fauna ist von Loriol (30) bearbeitet worden. Hier und weiter im W bestehen sie aus Serpelnkalkbänken, deren Mergelzwischenlagen W „äußere Klus“ zahlreiche, aber meist stark verdrückte *Pygurus Blumenbachi* führen. Fossilreich sind im Gebiet der Oensinger Klus und bei Laupersdorf besonders die tieferen Kalkbänke an der Grenze gegen das Sequan. Sie sind auf dem Roggen und in der Goleten am Nordabhang der Schwengimatt mit großen Terebrateln, Rhynchonellen und Zweischalern erfüllt.

Die Mächtigkeit der Kimmeridgeschichten nimmt von O nach W zu, und ist namentlich in der Farisbergkette die Reduktion gegen den Hauenstein hin ganz auffällig.

N)

Der Kimmeridge bietet im Passwang außer seiner Verbreitung nicht viel Interessantes. Sein Vorkommen beschränkt sich auf den Südschenkel der Kette zwischen Rodisegg im W und

Fraurüti im O. Es handelt sich um massige, klotzige, weiße Kalke, die zur Bildung von Höhlen und nischenartigen Vertiefungen neigen.

Für eine Gliederung in Wettinger und Badener Schichten fehlte es mir an Fossilien und Kieselknollen. Auch die Mächtigkeit ist schwer festzustellen. Ich erhielt als Minimum der Mächtigkeit in der Limmernschlucht und am Wege Genneten (Obere Sennhütte [776]) —Hoelloch 25 m.

4. Sequan.

S)

Die das Ober- und Mittelsequan umfassenden Wangener Schichten besitzen im Klusengebiet eine ziemlich wechselnde, petrographische Beschaffenheit und sind im allgemeinen durch Armut an Fossilien ausgezeichnet. Die oberen Partien, die man mit dem fossilreichen Vorkommen bei Solothurn als „Verenaschichten" abgetrennt hat, lassen sich im Klusengebiet schlecht gegen das Untere Kimmeridge und die spätigen Oolithe des Mittelsequan begrenzen. Ich rechne hierher einen ziemlich mächtigen, schlecht geschichteten, meist verborgen oolithischen Schichtenkomplex, der, wenn er deutlicher oolithisch wird, Fossilien, besonders Nerineen, führt (Oberbuchsitten, Katzenstiege S Ramiswil). Unter diesem Komplex folgen allenthalben die gut geschichteten, gelbbraunen grob-oolithischen Bänke der Wangener Schichten, die namentlich gegen die Basis hin spätig werden. Charakteristisch für das Klusengebiet ist in der oberen Hälfte die Einschaltung ca. 5 m mächtiger Bänke eines feinkörnigen, weißen, kreidig verwitternden Ooliths, der infolge seiner leichten Verwitterung in den steilgestellten Fluhen gewöhnlich eine kleine Combe verursacht. Sowohl über, als unter dieser Einschaltung fallen in den groben Oolithen Lagen auf, die auf den ersten Blick den Eindruck von Konglomeraten machen. In Wirklichkeit handelt es sich aber wohl nur um gerollte Tonlinsen, die bis zu Walnußgröße erreichen, eine Art Riesenoolithbildung. Fossilien sind im Klusengebiet recht selten, nur die tieferen Bänke sind zuweilen erfüllt mit Echinodermenstacheln, Austern und Korallenresten. Die von Pfarrer Cartier aus der Gegend von Oberbuchsitten und Laupersdorf zusammengebrachte Fauna ist von Greppin beschrieben worden (13).

Die *Crenularis*-Schichten des Unteren Sequan zeigen im Gebiet eine große petrographische Mannigfaltigkeit. Ich beginne sie mit den ersten Mergellagen, die sich zwischen die spätigen Oolithe der Wangener Schichten einschalten. Mit ihnen fängt also schon im allgemeinen die vorwiegend mergelige Entwicklung des Unteren Malm an, und so kommt es, daß sie sowohl als die unter ihnen folgenden Gebirgsschichten meistens unter dem Schutt der über ihnen aufragenden Kalkfluhen des höheren Sequan und Kimmeridge verborgen sind. Im Klusengebiet bestehen die *Crenularis*-Schichten aus sandigen Mergeln, in die bald dünne, bald mächtigere Kalkbänke von wechselnder Beschaffenheit eingeschaltet sind. Letztere bestehen teils aus sandigen, teils aus spätigen, innen blauen, außen gelbbraun verwitterten Kalken, oder es sind Oolithe mit rötlich gefärbten Körnern. In den Klusen recht fossilarm, führen sie in der Schlucht oberhalb Oberbuchsitten zahlreiche verkieselte Versteinerungen, unter denen *Rynch. pinguis* Roem. und *Hemicidaris crenularis* die häufigsten sind. Im äußersten Westen und Nordwesten macht sich in der Ausbildung der *Crenularis*-Schichten ein Anklang an die Rauracische Facies geltend. Sie nehmen bedeutend an Mächtigkeit zu, und es entwickeln sich mächtige, oft oolithische Kalkkomplexe, aus deren Oberfläche die verkieselten, wie mit weißer Emaille überzogenen Fossilien herauswittern. Die zwischengelagerten Mergel führen dort, namentlich in der oberen Partie gegen das Mittelsequan hin, zahlreiche Korallen. Diese Ausbildung der *Crenularis*-Schichten beginnt im Nordschenkel der Farisbergkette N Schinboden

oberhalb Ramiswil und auf der Südseite am Abhang des Laupersdorfer Stierenbergs. In der Weißensteinkette treffen wir sie zuerst unter der Breitefluh W Schwengimatt und besonders typisch in dem fossilreichen Schlipf beim Hofbergli oberhalb Günsberg.

N)

Schon in den Unteren Kimmeridgebänken kommen krypto-oolithische Partien vor, die zu den „Verenaschichten überleiten. In typischer Ausbildung fehlen sie in meinem Gebiet. Folgendes Profil veranschaulicht das.

Limmernschlucht linke Bachseite (oberhalb Schluchtweitung über dem Weg in einer Runse) vom Liegenden zum Hangenden:

3) Mittleres Sequan, gut geschichtete groboolithische, fein konglomeratische, gelbbraune Kalke mit Ostreen (obere Grenze Terrainkante).

2) Uebergangsschichten weniger gut geschichtet,

b) dichter, krypto-oolithischer, gelblicher splittriger Kalk (4 m);

a) weiße, deutlich oolithische Kalke (6 m) (obere Grenze Terrainkante).

1) Kimmeridge, massige, klotzige, weiße Kalke mit krypto-oolithischen Stellen.

Aehnliche Beobachtungen macht man auf der rechten Limmernbachseite, SW Rodisegg, SW Genneten, am Ellbogen, im Bachtelengraben. An die Stelle der typischen „Verenaschichten" treten in meinem Gebiet die „Uebergangsschichten"; sie sind bald deutlich feinoolithische, bald krypto-oolithische, dichte Kalke. Im Norden und Osten meines Gebietes fehlen sie, wie der Kimmeridge.

Mittleres Sequan.

Profilnummer	1	2	3
Region	O Südschenkel der Passwangkette W		W Nordschenkel
Lokalität	Bachtelengraben—SW Genneten	Rodisegg—Vord. Beinwilberg	Gaitenberg—O Vogelbergstutz
Mittleres Sequam	a, b) Gut gesch., gelbe, feinkongl., grobool. Kalke > 10 m.	a, b) Dünnbankige, weiße oder gelbbraune, feinool. oder grobool. Kalke.	a, b) Gut gesch., gelbe u. weiße, fein- bis grobool. Kalke oder dickbankige, dichte, weiße, od. gelblichweiße bis gelbbraune Kalke. > 10 m.
Crenularis-Schichten	c) Graue bis rotbraune, eisenschüssige Kalke und ool. Spatkalke. Mitunter mit herausgewitterten, verkieselten, weißen Fossiltrümmern. ca. 6 m.	c) ? fehlend	c) Gelbbrauner, sandiger, feinspätiger Kalk und rotgelber, grauer, dichter, brecciöser Korallenkalk mit Korallen, Echinodermen. $3^1/_2$ m
	d) Graue u. grüngelbe Mergel mit Mergelkalkknollen. ca. 7 m	d) Grauweiße, rötliche, dichte Kalke mit Korallenstruktur	d) Weiße, dichte, kimmeridgeähnliche Kalke, z. T. mit Korallenstruktur
Geisbergkalke	e) Dickbankige, stark zerklüftete, graubraune dichte Kalke; ca. 5—6 m. Am Bachtelengraben an d. Basis gelbbrauner, z. T. spätiger Kalk mit herausgewitterten Fossilien. 2 m.	e) Dickbankige, gelbbraune, spätige Kalke mit herausgewitterten Fossilien	e) Dickbankige oder gut gesch., gelbliche oder weiße, dichte oder feinool. Kalke mit herausgewitterten Fossilresten

4	5	6	7
der Passwangkette	O	O	Nordschenkel
Reigoldswiler Bach—N Hint. Wasserfalle—Hint. Egg.	Sonnenrain—Ob. Schellenberg (P. 786)	Fuchslöcher—Hohe Stelle—Liedertswiler Wasser	Oerlenberg (P. 1046)
a, b) Weiße oder gelbliche, dichte, kimmeridgeähnliche Kalke oder weiße, fein- bis grobool. Kalke	a) Dünngesch., gelbliche, dichtool. Kalke b) Grobbank., weiße, glitzernde, dichte oder ool. Kalke, z. T. feinkörnige, kreidige, ool. Kalke von Hauptrogensteincharakter	a) Dünnbankige, gelbe u. weiße, deutl. ool. Kalke. ca. 20 m b) Klotzige, weiße, glitzernde, dichte bis feinool. Kalke von Kimmeridgecharakter. ca. 8 m	a) Weißer u. gelber deutlich ool. Kalk; ca. 8 m b) Gelbbrauner, fein- u. grobool. Kalk u. feinspätiger, dichter Kalk. ca. 4 m
c, d) Wechsel deutlich ool. gelbbrauner Kalkmergel und blaugrauer spätiger Mergel mit Ostreen. Etwas O des Baches graue und rotgelbe brecciöse Korallenkalkknollen in den Mergeln	c—e) Klotziger, weißer oder rotgelblicher, gesprenkelter, dichter Kalk mit milchweißen Querschnitten mit Turritellen und Nerineen	c) Gelbbrauner, dichter bis feinool., eisenschüssiger Kalk. ca. 5—6 m. Unterste Bank ein bunter, deutlich ool. Kalk von gelber Grundfarbe mit blauen und weißen eckigen Brocken mit Nerineen, *Gervillia*, Pectiniden d) Dünne (10—15 cm) Bänke eines außen grauen, innen blauen, ruppigen, ool. Mergelkalkes im Wechel mit Mergeln mit Echinodermen, Myen, Ostreen. 10—20 m e) ? fehlend	c) Gelber, sandiger, feinspätiger Kalk und bunter (weiß, grau, rotbraun), dichter Korallenkalk mit Echinodermen, ca. 1,50 m d, e) Weißer, feinool. Kalk
e) Brauner, ool. oder grauer, dichter Kalk mit herausgewitterten Fossilien u. mit milchweißen Echinodermenquerschnitten. 5 m			

8	9	10	11
der Synklinale Waldweide—Bürtenweid—Gaitenberg			W
Ob der Enzianfluh—Auf der Stege	Reigoldswiler Bach—NW Vord. Wasserfalle—Bürtenfluh	Bürtenstutz—Arifluh	Hohwacht—N Bogenthal
a) Gut gesch., gelblicher, deutlich ool. Kalk b) Wenig gesch., weißer, dichter bis feinool. Kalk	a, b) Weißer, dichter bis feinool. Kalk von Kimmeridgecharakter	a) Dünnplattiger, weißer, deutlich ool. Kalk b) Klotziger, grauweißer, deutlich ool. Kalk	a, b) Grauweißer, dichter, feinspätiger Kalk, mitunter weißer und gelblicher, kreidiger, feinool. bis grobool. Kalk
c) Gelbbrauner, ruppiger, dichtool. Mergelkalk im Wechsel mit Mergeln mit Echinodermen, Ostreen	c, d) Gut gesch., bunter, mehr oder weniger ool. Kalk. In den oberen Lagen im Wechsel mit Mergeln m. Echinodermen, Ostreen. Nach W treten die Mergel immer mehr zurück	c—e) Bunter, dichter oder ool. Kalk u. massiger, weißer, mehr oder weniger ool. Kalk. Vereinzelte Stücke der Korallenlage (c)	c) Rotgelber, sandiger, feinspätiger Kalk mit Echinodermenquerschnitten, u. gelbe, z. T. rostig gefleckte, dichte Kalke mit Nerineen, Perisphinkten, Echinodermen u. graue, ool. Kalke mit opalartigen Querschnitten
d) Klotziger, brauner, mehr oder weniger ool. Kalk von Hauptrogensteintypus . ohne herausgewitterte Fossilien			d, e) Gelblichweißer, dichter, feinspätiger u. feinool. Kalk, mitunter mit Korallenstruktur und herausgewitterten Fossilien. Daneben gelbe und weiße Kalke im Wechsel
e) Mehr oder weniger gutgesch., graubrauner, mehr oder weniger ool. Kalk mit herausgewitterten Fossilien u. milchweißen Querschnitten u. blaue, stark spätige Kalke	e) Graugelbe, dichte oder mehr oder weniger deutlich ool. Kalke u. blaugraue, spätige, dichte Kalke mit Echinodermenquerschnitten		

Mit dem mittleren Sequan beginnt der Facieswechsel, der eine Parallelisierung der Schichten von Mittlerem und Unterem Sequan an den verschiedenen Lokalitäten erschwert. Nur auf dem Südschenkel der Passwangkette finde ich zwischen Rodisegg im W und Fraurüti im O (Prof. 1) eine ähnliche Schichtenfolge von Argovien—Mittlerem Sequan, wie sie von Dr. GERTH in den beiden südlichen Ketten festgestellt ist. Im größeren Teil meines Gebietes herrscht eine andere Facies (Prof. 2—11), welche die Weißensteinkette schon auf der Linie Hofbergli oberhalb Günsberg—Breitefluh W Schwengimatt und die Farisbergkette auf der Strecke Leupersdorfer Stierenberg—Ramiswil quert. Dann schneidet sie den Paßwang-südschenkel längs der Linie Ramiswil—Rodisegg schief und nimmt schließlich den ganzen Nordschenkel zwischen Bogenthal-Ullmet und Oberem Schellenberg-Waldenburg ein. Wir stehen in dem Grenzgebiet von Rauracien- und Argovienfacies. Die Anwendung dieser beiden Namen auf die von mir zu behandelnden faciellen Verhältnisse ist nicht ganz genau, da die Effinger Schichten in beiden Faciesgebieten in Habitus und Mächtigkeit gleich sind, und sich die Schwankungen nur im Unteren und Mittleren Sequan vollziehen. Zur Erklärung der überaus wechselnden faciellen Verhältnisse verweise ich auf die Tabelle S. 19/20 und die Profile S. 22 und werde hier zur weiteren Erläuterung nur die wichtigsten Punkte herausheben.

Die „Geisbergkalke" haben in meinem Gebiet orographisch, paläontologisch, lithologisch gar nichts mit dem Argovien zu tun. Sie schmiegen sich vielmehr fest an die *Crenularis*-Schichten an (siehe Profile). Deshalb behandle ich beide in der Beschreibung, den Profilen, der Karte gemeinsam. Scharfe Grenzen bestehen also in meinem Gebiet nur zwischen Argovien—Unterem Sequan einerseits und Unterem—Mittlerem Sequan andererseits. Doch ist auch die letztere bei mangelnden Aufschlüssen verwischt.

In der Argovienfacies des Südschenkels sind Geisbergkalke, *Crenularis*-Schichten, Mittleres Sequan leicht zu unterscheiden (Prof. 1).

In der Rauracienfacies ist eine Gliederung wegen der stellenweise großen Aehnlichkeit von Unteren und Mittleren Sequankalken schwierig, ja unmöglich, wenn der Grenzhorizont beider nicht sichtbar wird. Als solchen sehe ich den Korallenkalk und die eigelben, sandig-spätigen Kalke der Lage „c" an.

Das Mittlere Sequan (Wangener Schichten) schwankt in den beiden Facies in Mächtigkeit und Habitus. In der Rauracienfacies ist es, namentlich in der Synklinale Gaitenberg-Bürtenweid, mächtiger und besteht meistens aus einer Partie grobgebankten, weißen, dichten, kimmeridgeähnlichen Kalkes und einer oberen mächtigeren Partie gutgeschichteten, weißen oder gelben, deutlich oolithischen Kalkes. In der Argovienfacies stellt sich in den oberen Lagen eine sehr groboolithische, gelbe Schicht ein, die ein Lumachelles von zahllosen grobschaligen Astarten und Trigonien ist[1]).

Die *Crenularis*-Schichten und Geisbergkalke schwanken außerordentlich in ihrer Ausbildung. In der Argovienfacies sind beide gut zu trennen (Prof. 1). Die

1) Ich fand in dieser Lage in der Limmernschlucht (ein Bergsturzgebiet auf der linken Bachseite, oberhalb der Schluchtweitung) *Astarte robusta* ÉT., *Trigonia geographica* AG., *Trigonia* cf. *geographica* AG., *Gervillia* cf. *striatula* CONTEJEAN, *Gervillia sulcata* ÉT., *Pecten strictus* MSTR., *Rhynchonella? corallina* LEYM., *Lima* cf. *semitegulata* ÉT. Diese Fossilien werden von GREPPIN (13) und LORIOL (31—32, 35) von Oberbuchsitten, Zwingen, Blauen, Valfin, Tonnerre als zum Teil sehr häufig beschrieben.

Crenularis-Schichten bestehen unten aus grauen Kalken und Mergeln im Wechsel und oben aus grauen rotbraunen eisenschüssigen Kalken und oolithischen Spatkalken. Die Geisbergkalke sind dickbankige, stark zerklüftete, graubraune, dichte Kalke und lieferten eine kleine Fauna am Ausgang der Limmernschlucht und am Bachtelengraben[1]).

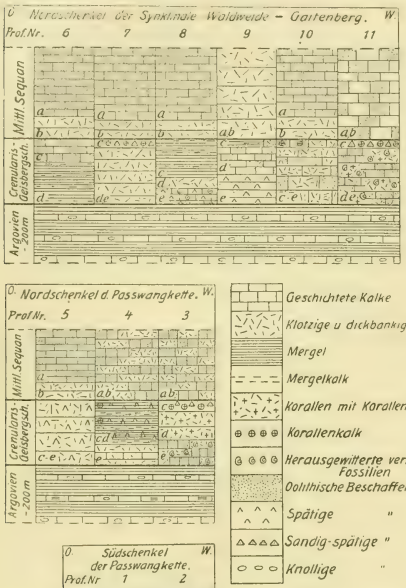


Fig. 1. Facielle Verhältnisse von Mittel- und Unter-Sequan in der Passwangkette. (Die Zahlen 1—11 verweisen auf die Tabellarische Zusammenstellung S. 19/20). Lies in „Korallen mit Korallenstruktur" für „mit" „und".

Oben eigelbe, sandig-spätige Kalke und bunte brecciöse, fossilreiche Korallenkalke (Lage „*c*" in den Prof. 3, 7, 10, 11). Unten mehr oder weniger massige, weiße, dichte Kalke, häufig mit herausgewitterten, weißen und verkieselten Fossilien bestäubt. Oben häufig mit Korallenstruktur (Thamnasträen). (Prof. 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11)[2]).

2) Kalkig-mergelige Ausbildung, überwiegend im NO (Fuchslöcher—Reigoldswiler Bach). Typus Prof. 6.

Oben geschichteter, bunter, dichter und oolithischer, fossilreicher Kalk (*c* in Prof. 6, 10); unten ein Wechsel von ruppigen, oolithischen, dünnen, fossilreichen Mergelkalklagen und Mergeln (*d* in Profil 4, 6, 8, 9). In der Kalkbank fand ich O Brochene Fluh *Pecten inaequicostatus* Phil., *Arca* sp., *Gervillia* sp. Die Mergel sind außerordentlich fossilreich O Brochene Fluh im Liedertswiler Wasser, zwischen Ob der Enzianfluh und Reigoldswiler Bach. Ihre Gesteinsbeschaffenheit, Fauna und Erhaltungszustand

1) Ich fand *Lima* cf. *tumida*, *Pinna granulata* Sow., *Gervillia aviculoides* Sow., *Pholadomya? hemicardia* Roem., *Cucullaea lineata* Gf., *Arca*, *Astarte multiformis* Roeder (sehr häufig), Nerineen, Terebrateln.

2) In der Korallenlage (c) fand ich SW und SO Grauboden (Weg beim P. 870; Weg Gehöft 991—Gaiten; Weg Grauboden—Vogelberghöhe) *Pecten vimineus* Sow., *Lithodomus subcylindricus* Buv., *Lithodomus* sp., *Magel-*

der Fossilien tragen Grünsberger Charakter. Die Fauna besteht überwiegend aus Echinodermen, Korallen, Lamellibranchiaten[1]). Diese Fauna findet sich auch zum Teil in der bekannten „Echinidenschicht" von Seewen, wenn hier der Gesteinshabitus auch kalkiger ist.

Die Geisbergkalke scheinen dort, wo die Mergel der *Crenularis*-Schichten sehr mächtig sind, zu fehlen (Liedertswiler Wasser; Bach der Klippe 851) (Prof. 6). Im Reigolswiler Bach (Prof. 4) treten in den Mergeln der *Crenularis*-Schichten gelbe Kalkknollen und Korallen der „Korallenlage" (*c* in den Profilen) auf. Hier tritt also eine Mischung der ersten und zweiten Unteren Sequanausbildung ein. Außerdem treten die Mergellagen zwischen Reigoldswiler Bach und Bürtenfluh vor dem kalkigen Element immer mehr zurück (Prof. 9). Zwischen Arifluh und Bürtenfluh (Prof. 10) und am Oerlenberg (Prof. 7) findet man schon wieder die „Korallenlage" (*c*), so daß die mergelig-kalkige Ausbildung des Unteren Sequan hier nach N begrenzt ist.

3) Kalkige Ausbildung (Sonnenrain—Oberer Schellenberg, [P. 780].) Typus Profil 5.

An der „Hinteren Egg" findet man zwischen Mittlerem Sequan und Argovien grobbankige, dichte, stark zerklüftete Kalke, die an die Geisbergkalke der Argovienfacies erinnern.

5. Argovien.

S)

Die Geisbergschichten bestehen im Klusengebiet aus einer Wechsellagerung von Mergeln und fossilführenden Kalken, die ich in Ermangelung guter Aufschlüsse weder gegen die *Crenularis*- noch gegen die Effinger-Schichten gut begrenzen kann. An vielen Stellen ragt aus dem Komplex eine mächtige Bank aus splittrigem, graugelbem Kalk hervor, die sich oft weit durch die Argovienkomben verfolgen läßt. Neben Pholadomyen und Terebrateln findet man in ihr stets eine kleine *Nerinea*. Im Südschenkel der Farisbergkette zwischen Balsthal und Höngen scheint dieser Kalkzug in eine Reihe wenig mächtiger Kalkbänke aufgelöst zu sein, die durch ihre gelbliche Verwitterung, die blauen Flecken im Innern, sowie durch die eingeschlossenen Schwefelkriställchen sehr an die hydraulischen Kalke des tieferen Argovien erinnern. Zuweilen werden einzelne Kalkbänke oolithisch, oder sie sind ganz erfüllt mit unvollkommen verkieselten Fossilien, unter denen besonders zahlreiche kleine Gastropoden auffallen (Südrand des Farisberges). Im W der Weißensteinkette bilden am Hofbergli die Pholadomyenkalke der Geisbergschichten mit den Kalken der *Crenularis*-Schichten einen zusammenhängenden Komplex, wie das obenstehende Profil zeigt.

Ueber die 100 m Mächtigkeit erreichenden, aber durch tektonische Vorgänge oft stark reduzierten Effinger Schichten vermag ich wenig auszusagen. Zwischen blaugraue Mergel sind im Abstand von 3—5 m einige wenig mächtige Kalkbänke eingeschaltet. In letzteren finden sich große Perisphincten, die jedoch wegen der Splittrigkeit des Kalkes in der Regel schwer zu gewinnen sind. Sonst ist der ganze Komplex äußerst fossilarm.

---

lania cf. *humeralis* Roem.. *Cidaris florigemma* Phil. und zahlreiche von Koby (26; 27) aus dem Terrain à chailles siliceux und zum Teil aus dem Rauracien inférieur beschriebene Korallen: *Isastraea explanata* Gf., *Isastraea helianthoides* Gf., *Thamnastraea arachnoides* Park., *Thamnastraea? concinna* Gf., *Convexastraea sexradiata* Gf., *Cryptocoenia Thiessingi* Koby, *Confusastraea rustica* Gf., *Astrocoenia bernensis* Koby. Korallen mit dem gleichen Erhaltungszustand fand ich auch vereinzelt an anderen Stellen (Bürtenfluh, S und W Vordere Wasserfalle).

1) Häufig sind *Pecten Nisus* d'Orb., *Pecten vimineus* Phill., *Pholadomya paucicosta* Röm., *Phol. hemicardia* Röm., *Ostrea rastellaris* Mstr., *Ostrea hastellata* Schl., *Rhynchonella corallina* Leym., *Magellania* cf. *humeralis* Röm., *Apiocrinus Meriani* Des., *Hemicidaris crenularis* Lam., *Cidaris florigemma* Phil., *Cid. cervicalis* Ag.

Die Birmensdorfer Schichten beginne ich mit den ersten Schwammkalken. Jene erreichen im O-Teile der Weißensteinkette am Roggen die erstaunliche Mächtigkeit von ca. 40 m. An anderen Stellen sind die Schwammkalke bedeutend weniger mächtig (6 m im W der Weißensteinkette) und werden nach oben durch die sogenannten „hydraulischen Kalke“ vertreten. Sie unterscheiden sich von den Effinger Schichten durch die größere Mächtigkeit der Kalkbänke und die geringere der Mergelzwischenlagen. Wie viele Kalke des Argovien verwittern sie mit strohgelber Farbe und führen im Innern kleine Schwefelkieskriställchen, die rostbraune Flecken verursachen. Schon lange ist bekannt, daß gewisse Lagen an der Grenze gegen die Effinger Schichten sehr fossilreich sind. Die Kalke führen große Terebrateln (*Terebratula Rollieri* Haas, Perisphincten und große Schwämme), während sich in den Mergeln Crinoidenreste, Seeigel (*Collyrites capistrata* Desm.), kleine Brachiopoden (*Terebratula birmensdorfensis* Esch. v. d. L., *Dictiothyris reticulata* Schloth., *Megerla pectunculus* Schloth. und *Nulliporites* finden. Besonders reich an kleinen Spongien sind die Mergel zwischen den Kalkbänken an der Grenze gegen das Callovien. Im allgemeinen enthalten die Mergel kleine Tierformen, die Kalke hingegen große, dies gilt besonders für Schwämme, Terebrateln und Ammoniten.

N)

Das Argovien schließt sich eng an die Ausbildung in den beiden südlichen Ketten an. Die Effinger Schichten bestehen aus einem Wechsel von grauen Mergeln mit tonigen Kalken, die in ihrem Verhältnis zueinander schwanken. An der einen Stelle sind die Kalkkomplexe mehrere Meter mächtig und trennen als deutliche Grate die stets breiteren Mergelkomben (Gennetenbach); an der anderen Stelle (Hirzbach) sind Kalkbänke (ca. 20—30 cm) und Mergellagen (10—15 cm) dünn. Die Kalke sind grau bis gelblich und zeigen blauen Kerne im Innern, neigen zu kugeliger Absonderung und enthalten zahlreiche Schwefelkiespünktchen. Die Gesamtmächtigkeit der Effinger Schichten nähert sich oft 200 m (Gennetenbach; zwischen Fuchslöcher und Richtifluh und N Vordere Wasserfalle), doch ist die wahre Mächtigkeit dieser Schichten wegen der weitgehenden Rutschungen in den tonigen Lagen schwer anzugeben. Im allgemeinen sind die Schichten, abgesehen von Pholadomyen (*Pholadomya paucicosta* Röm., *Phol. exaltata* Ag.) und großen Perisphincten, fossilarm. Im Bogenthal fand ich jedoch einige Stücke eines eisenschüssigen, spätigen, graublauen, fossilreichen Kalkes mit *Pholadomya* cf. *paucicosta* Röm., *Astarte ferrettensis* Lor., *Unicardium globosum* Ag., *Arca* sp., *Pecten* sp., Terebrateln.

Die Birmensdorfer Kalke bilden einen ziemlich geschlossenen, als Terrainkante ausgeprägten Kalkhorizont an der Grenze gegen das Oxford bezw. Callovien. Die Mergellagen treten gegenüber den rauhen, klüftigen, grauen, fossilreichen Kalken zurück. In der Passwangkette sind diese Kalke 3—4 m mächtig (Genneten, Bach Wiechten-Genneten, Hinter-Beinwilberg, Wasserfallenweid); in der Synklinale Gaiten-Waldweide dagegen 7—8 m (Kaesweg, Unter der Enzianfluh). Spongien fand ich ziemlich selten (Bach Wiechten-Genneten), dafür sind die Kalke an Ammoniten (Perisphincten, *Oppelia*) reich und sind stellenweise reine Brachiopodenkalke (Hintere Wasserfallenweid).

6. Oxford.

S)

Es ist Rolliers großes Verdienst, nachgewiesen zu haben, daß Oxford im südlichen und südöstlichen Jura fehlt, und daß die im Rauracischen Faciesbezirk darüber folgenden Korallenkalke den

Schichten des Argovien entsprechen. Hierdurch war endlich eine einwandsfreie Parallelisierung der verschiedenen Horizonte der beiden Faciesbezirke ermöglicht. Auch im Gebiet der Klusen können wir ein Auskeilen des Oxford von N nach S und eine unmittelbare Transgression des Argovien über das Callovien im Süden beobachten. In der Farisbergkette nimmt man zwischen dem Eisenoolith des Callovien und den schwammführenden Birmensdorfer Schichten einen ca. ½ m mächtigen, zahlreiche Belemniten enthaltenden Ton wahr, den ich zum Oxford stellen möchte. In der Weißensteinkette liegen aber die Birmensdorfer Schichten bereits unmittelbar auf dem aufgearbeiteten Eisenoolith.

N)

Das Oxford ist in der Passwangkette etwas besser als in den südlichen Ketten entwickelt. Doch fehlt es immer noch an genügenden Aufschlüssen. In der Passwang- und Ullmetkette stellt sich zwischen den Terrainkanten der Birmensdorfer Kalke und der Dalle Nacrée eine 3—4 m mächtige Combe mit gelegentlichen Aufschlüssen in zähen, frisch grauschwarzen, angewittert gelblichen fossilarmen Tonen mit vereinzelten Limonitknöllchen und Belemniten ein (Gennetenbach, Bach Wiechten-Genneten, NW Genneten, SW Hundsmatt, SW Geißrain).

D. Dogger.

7. Callovien.

S)

Die Schichten des braunen Jura sind von M. Mühlberg (48) bereits einem eingehenden Studium unterworfen worden; daher kann ich mich kurz fassen. Das Callovien zerfällt in den *Anceps-Athleta*-Eisenoolith und die Schichten der Macrocephalenzone. Den Eisenoolith nennt Mühlberg (48, 326) eine teilweise konglomeratische Ablagerung, welche die unzweideutigen Anzeichen von Erosionstätigkeit trägt. Da er eine Mischfauna der Ammoniten der *Anceps-Athleta*-Schichten mit denen der *Lamberti-Cordatus*-Zone, der *Renggeri*-Tone und des Terrain à Chailles des westlichen Jura enthält, glaubt Mühlberg, daß diese Schichten im Süden im Eisenoolith aufgearbeitet sind. Dagegen ist aber zu bemerken, daß sich im Klusengebiet nach Norden hin, wie oben bemerkt, Ablagerungen des Oxford zwischen den Eisenoolith mit der Mischfauna und die Birmensdorfer Schichten einschalten. In dem Eisenoolith kann man im Klusengebiet, wie schon Mühlberg zeigte, eine höhere Lage mit *Trigonia* cf. *elongata* Lyc. und eine untere, mehr spätige mit *Trigonia* cf. *scarburgensis* Lyc. unterscheiden. Außer den Trigonien sind auch die Ammoniten (*Peltoceras athleta* Phil., *arduenense* d'Orb., *Reineckia anceps* Rein., *Cosmoceras Iason* Rein., *Cardioceras Lamberti* Sow., *Harpoceras hecticum* Qu., *Perisphinctes convolutus* Qu.) sowie die übrigen Fossilien der Zone nirgends selten.

N)

An der Basis der Dalle nacrée-Terrainkette tritt der 35—50 cm mächtige, lebhaft gefärbte (rotgrüne), mergelige *Athleta*-Eisenoolith auf. Mitunter läßt sich eine schwach eisenoolithische, mergelige untere Lage mit *Trigonia* cf. *scarburgensis* Lyc. von einer stark eisenoolithischen oberen Lage mit *Trigonia elongata* Lyc. unterscheiden (Bach Wiechten—Genneten). Daneben enthält dieses Gestein *Reineckia Fraasi* Opp., *Rein. anceps* Rein., *Cosmoceras* sp., *Belemnopsis semihastatus*, *Terebratula impressa* etc. Verwittert, ruft der *Athleta*-Eisenoolith einen saftig grünen Wiesenstreifen hervor (Hintere Wasserfallenweid).

S)

Die Schichten der Macrocephalenzone gliedern sich leicht in drei Abteilungen: den Spatkalk oder die Dalle nacrée, die Callovientone und die eigentlichen Macrocephalenschichten.

Der innen blaue, außen rostbraun verwitternde Spatkalk ist oft ganz erfüllt mit an der Oberfläche herauswitternden, unvollkommen verkieselten Versteinerungen. Leider lassen sie sich aus dem harten Gestein nur schwer herauspräparieren. Neben vielen anderen Fossilien finden sich Trigonien, große, dick aufgeblähte Macrocephalen, weitnabelige Reineckien und Perisphincten. Wie die Kalkbänke der Geisbergschichten an der Malmseite, so bildet der Spatkalk an der Doggerseite der Argovienkombe eine weithin zu verfolgende Terrainkante, an deren Flanke der Eisenoolith in der Regel von einem besonders saftig grünen Rasenstreifen bedeckt wird. Nach W gegen den Weißenstein hin nimmt der Spatkalk an Mächtigkeit ab.

Der Uebergang zu den unter ihm folgenden Callovientonen vollzieht sich allmählich. Die Schichten des Spatkalks werden sandiger, es stellen sich Mergelzwischenlagen ein, und die Kalkbänke lösen sich in einzelne Knauer und Knollenlagen auf. Die Callovientone sind recht fossilarm, nur selten beobachtet man in den Knollen Reste schlecht erhaltener Perisphincten und Macrocephalen. Lokal sind einzelne Knollenlagen mit Fossilien erfüllt, unter denen besonders *Avicula costata* Sow. vorherrscht (Beretenhof).

Die eigentlichen Macrocephalenschichten heben sich im Klusengebiet, wie auch weiter W am Weißenstein, nur schlecht von den darunter liegenden *Varians*-Schichten ab. Sie unterscheiden sich zwar sofort durch ihre Fossilführung, doch ist im Gelände eine Trennung oft schwierig, da sich die Fossilien am Gehänge mit denen der *Varians*-Schichten mischen. Wie letztere, bestehen auch die Macrocephalenschichten aus mergeligen, ruppigen Kalken, die aber etwas spätiger und eisenschüssiger sind. Hier ist das Hauptlager der Macrocephalen, außer ihnen ist der nicht häufige *Sphaeroceras bullatum* bezeichnend für die Zone, ferner finden sich zahlreiche Perisphincten. Unter den übrigen Fossilien fallen Seeigel (*Collyrites ovalis* Cott., *Coll. ringens* Desm.) und die charakteristischen Stacheln des *Ctenostreon proboscideum* Sow. auf, die wie die Macrocephalen den *Varians*-Schichten fehlen. Dagegen kommt noch zusammen mit den Macrocephalen eine kleine Form der *Rhynchonella varians* vor. Moesch (40, 103) nannte diese Macrocephalenschichten mit Recht eine Art Grenzregion, welche unmittelbar auf der Zone der *Rhynchonella varians* liegt, mit der sie oft zusammengeworfen worden ist.

N)

Die Dalle nacrée (Spatkalk) bildet in einer deutlichen Terrainkante an der Basis der Macrocephalenzone einen überall leicht kenntlichen Horizont rostbraunen, mehr oder minder grobspätigen harten Kalkes mit blauen Flecken im Innern. Das Gestein ist angefüllt mit Echinodermen, Perisphincten, Trigonien, ohne brauchbare Fossilien zu liefern. An der Grenze gegen den *Athleta*-Eisenoolith steigert sich der Eisenoxydgehalt, und findet sich im Bach Wiechten—Genneten eine Trigonienbank. Die Mächtigkeit schwankt zwischen $2^1/_2$ und 3 m. Die unteren Lagen werden dünnplattiger, sandiger, fossilarm und leiten damit zu den Callovientonen über (Tümmelgraben, Bach Wiechten—Genneten).

Die Callovientone bestehen aus einem Wechsel grauer bis gelblicher, sandiger Tone mit grauen, mehr oder minder kugeligen, glimmerigen, sandigen Kalken. Die Schichten bilden zusammen mit den Macrocephalen-*Varians*-Schichten eine deutliche Kombe zwischen Dalle nacrée und Hauptrogensteinmassiv. Sie sind, abgesehen von selteneren, weniger stark gerundeten, kalkreicheren Knollen,

fossilarm. Diese enthalten mehr oder minder verkieselte *Avicula costata*, Perisphincten, Echiniden etc. und liegen vielleicht im oberen Teil der Tone (Vorderer Beinwilberg). Die Mächtigkeit kommt nahe an 20 m heran.

Die Macrocephalenschichten s. str. sind in der Passwangkette genau so wie im Klusengebiet entwickelt. Sie sind gering mächtig (1—2 m) und schließen sich petrographisch eng an die Oberen *Varians*-Schichten an. Sie sind fossilreich aufgeschlossen im Tümmelgraben, SO Bogenthal, NW Kaesweg, S Geissrain, S Studenfluh, auf der Wiese 909 N Studenweid.

8. Bathonien.

S)

Die *Varians*-Schichten bestehen aus einer Wechsellagerung von Tonen und ruppigen, sandigen Mergelkalken von grauer Farbe, mit rostbraunen Flecken. Nach unten werden sie eisenoolithisch, dann spätig und gehen schließlich in einen wenig mächtigen, dünnschichtigen Spatkalk über. Mühlberg (48, 319) schreibt, daß die *Varians*-Schichten allgemein tonig beginnen und mit festeren Bänken nach oben schließen. Das trifft für das Klusengebiet nicht zu, denn hier repräsentieren die festen Bänke bereits die Macrocephalenschichten. Die *Varians*-Schichten sind überall fossilreich, ganze Bänke des Mergelkalkes sind erfüllt mit Rhynchonellen und dicken Terebrateln, daneben finden sich überall Pholadomyen, Gresslyen, *Mytilus Lonsdalei* Morret Lyc., *Modiola striolaris* Schlip., *Lima duplicata* Sow., zahlreiche *Pecten* und andere. *Holectypus depressus* Désor ist der in der ganzen Zone häufige Seeigel. Der Spatkalk an der Basis ist weniger fossilreich, ich fand darin *Rhynchonella spinosa* Schl., die große *Zeilleria lagenalis* Schl. und *Oppelia aspidoides* Opp. Er ist ein Aequivalent der Schichten mit *Ostrea Knorri* des Aargaues.

N)

Die *Varians*-Schichten bestehen in ihrer oberen Abteilung (9—12 m) aus einem Wechsel blaugrauen, ruppigen, fossilreichen Mergelkalkes und mergeliger graublauer Tone. In den oberen Bänken werden die Kalke ein wenig fester, spätiger und enthalten dann die Fauna der Macrocephalenschichten (Tümmelgraben, Bach Wiechten—Genneten etc.). Die untere Abteilung ($3^1/_2$ bis 5 m) setzt sich aus harten, blaugrauen bis braunen, eisenschüssigen-eisenoolithischen Spatkalken und mürben, sandigen Mergellagen zusammen (Tümmelgraben, Bach Wiechten—Genneten und Ellbogen).

S)

Der Hauptrogenstein ist neben den Kalken des Malm ein Horizont von hervorragender orographischer Bedeutung. Wie jene bildet er überall hohe Kämme und steile Fluhen. Aus ihm sind die hohen Wände der beiden zirkusartig erweiterten Klusen aufgebaut. Die Aehnlichkeit im orographischen Hervortreten und mehr noch die petrographische Aehnlichkeit mit manchen Oolithen des Sequan hat oft zu Verwechslungen geführt. In der Tat ist es oft schwer, wenn man die Gesteine nicht ganz genau kennt, den Rogenstein vom Sequan im Handstück zu unterscheiden. Im allgemeinen haben die Malmoolithe einen mehr gelblichen, die Rogensteinoolithe einen mehr graubräunlichen Grundton. Auch im Klusengebiet zerfällt der Rogenstein in eine untere und obere Abteilung, von denen wir letztere, wie Buxtorf (4) am Weißenstein, in Homomyen-, Movelier- und *Ferrugineus*-Schichten gliedern können.

Die *Ferrugineus*-Schichten bestehen aus tonigen, oolithischen Kalken mit großen, ovalen

Oolithkörnern. Sie beginnen mit einer Mergellage derartiger Oolithkörner und schließen oben mit dünnen, eisenschüssigen, feinkörnigen Bänken. Die oberste Schicht ist angebohrt und mit Austern bedeckt, über ihr folgt der Spatkalk an der Basis der *Varians*-Schichten. Die groboolithischen Kalke haben im frischen Zustand eine blaue Farbe, verwittert werden sie gelbbraun, und die Oolithe bekommen einen rötlichen Kern. Aus dem Steinbruch in der Mümliswiler Klus besitze ich aus diesen Schichten zahlreiche *Clypeus Ploti*. — Die Hauptmasse des oberen Hauptrogensteins wird von den Movelierschichten gebildet. Sie bestehen aus einem oolithischen Agglomerat von Fossiltrümmern. Die oberste Schicht ist ebenfalls angebohrt, und die Bohrlöcher sind mit den großen Oolithkörnern der *Ferrugineus*-Schichten erfüllt. Außerdem ist die höchste Lage noch durch eine Anhäufung von Crinoidenresten ausgezeichnet. Nach unten gehen die Movelierschichten durch Einschaltung mergeliger Zwischenlagen in die Homomyenmergel über. Ueberall, wo sie aufgeschlossen sind, findet man die Steinkerne der charakteristischen *Homomya gibbosa*. In dem Steinbruch der Mümliswiler Klus sind im steilgestellten Schenkel des Gewölbes die Mergellagen zwischen den Kalkbänken ausgequetscht.

Der untere Hauptrogenstein ist im untersuchten Gebiet schlecht aufgeschlossen oder schwer zugänglich. Ich konnte eine detaillierte Gliederung nicht vornehmen. Er beginnt unter den Homomyenschichten mit einer hellen, schlecht geschichteten Bank dichten Kalkes, die von Korallenbruchstücken durchspickt ist. Im übrigen wird die Abteilung aus feinkörnigen, ziemlich fossilarmen Oolithen zusammengesetzt.

N)

Die *Ferrugineus*-Schichten unterlagern den Spatkalk der Unteren *Varians*-Schichten mit dichtbankigen, angewittert gelbbraunen, frisch blaugrauen Kalken mit dichtstehenden Oolithkörnern (ca. $5^1/_2$ m). Sie sind entweder oval, groß und enthalten einen Eisenoxydkern, oder rundlich und von einer Eisenoxydrinde umhüllt. Jene liegen oft in tieferem Niveau. Die oberste Lage der *Ferrugineus*-Schichten ist mit Austern bedeckt und von Pholaden angebohrt, in deren grubenartigen oder auch fein verzweigten Löchern Oolith- und Eisenoxydmaterial angehäuft ist.

Darunter folgt der Hauptrogenstein mit dünnbankigen, fein- bis groboolithischen, weißen bis braunen Kalken, die in den unteren Lagen groboolithisch, bituminös, mergelig werden und damit zu den *Blagdeni*-Schichten überleiten. Eine Trennung in Movelierschichten und Unteren Hauptrogenstein kann ich nicht vornehmen, da mir der Nachweis von Homomyenmergeln nicht gelang. Zwar stellen sich oft Mergeleinlagerungen ein, und kommt es zur Bildung deutlicher Komben in steilgestellten Hauptrogensteinschichten (N Genneten, Zingelen), doch sind beide Bildungen anscheinend nicht an einen festen Horizont gebunden. Außerdem fehlen auch die Homomyen. Die Gesamtmächtigkeit dieses Komplexes beträgt ungefähr 70 m. Folgende Profile mögen das erläutern:

a) Im Bach bei der Limmernkapelle:

Ferrugineus-Schichten ca. 5 m.

Hauptrogenstein 71 m.

1. 7 m braune und graue, feinkörnige Kalke mit dichten Oolithen.
2. 6 m Combe mit dünnplattigen, feinkörnigen, zum Teil spätigen, bituminösen Kalken.
3. 11 m braune, feinkörnige dichtoolithische Kalke.
4. 5 m Combe mit braunen feinkörnigen, fast dichten Kalken.
5. 10 m ähnliche Kalke.

6. 13 m braune, feinkörnige Oolithe, oben mit Combe.
7. 7 m groboolithischer, lockerer Kalk mit Lumachelles von Ostreen, Gastropoden, Echinodermen.
8. 12 m weiße, kreidige, feinoolithische Kalke.
   Bajocien.

b) S Ullmet (am Weg zum Bogenthal):
   Ferrugineus-Schichten $5^1/_2$ m und Hauptrogenstein ca. 70 m.

c) Geissrain (am Weg Stöckmatten—Wasserfalle):
   Hauptrogenstein ca. 70 m;

1. 6 m feinkörniger Hauptrogenstein.
2. 8 m Hauptrogenstein mit Mergeleinlagerungen.
3. ca. 52 m gelbbrauner und weißer Hauptrogenstein.
4. ca. 4 m dunkel-graubrauner, feinkörniger Hauptrogenstein; untere Lagen bituminös.

Der Hauptrogenstein ist im allgemeinen arm an gut erhaltenen Fossilien. Nur an zwei Stellen fand ich eine kleine Fauna. In der Lumachelleslage (7) des Profiles a) im Gennetenbach fand ich die von GREPPIN (12) beschriebene Mikrofauna, z. B. *Opis Leckenbyi* WRIGHT, *Nerinea* cf. *Dufrenoyi* D'ARCH. Vom Kammwege des Oberen Helfenberg wird im Mittleren Hauptrogenstein kurz vor der Bank auf dem Bilsteinberg (1127 m) eine Lage gelblich verwitternden, groboolithischen, mergeligen Kalkes mit *Ostrea acuminata*, *Clypeus*, Terebrateln und ein schwach bituminöser, grauer, dichter Kalk mit zahlreichen *Ostrea*, *Lima*, Korallen, Serpeln angeschnitten.

9. Bajocien.

S)

Der Untere Dogger ist nur in den tiefeingeschnittenen Klusen, dem tiefen Aufbruch der Antiklinale bei Langenbruck, der Wanne, sowie im W der Weißensteinkette bei Walden aufgeschlossen. Aber selbst an den genannten Stellen finden wir nur kleine, unzusammenhängende Aufschlüsse, da die Schichten meist unter dem Schutt der über ihnen aufragenden Rogensteinwände verborgen sind. Die Grenze zwischen Hauptrogenstein und *Blagdeni*-Schichten ist am Fuße der Ostwand der Lobisei in einem größeren, aber nicht leicht zugänglichen Aufschluß entblößt. Der Hauptrogenstein schließt unten mit Bänken voll verkieselter Fossilien. Es stellen sich dann Mergelzwischenlagen, sandige Kalke und grauschwarze Oolithe ein, die sich in die bekannten Knollenbänke auflösen. In der Lobisei sind die Knollen fossilarm. Am Rislisberg in der Oensinger Klus oberhalb der Kammfabrik und am Südrand der Wanne bei Langenbruck sind sie mit verkieselten Fossilien gespickt.

Blagdeni-Schichten.

N)

Die untersten Lagen des Hauptrogensteins N Klusersgut bestehen aus groboolithischen, dunkelbraunen, mergeligen, bituminösen Kalken mit Echinodermenquerschnitten. Darunter folgen graue, mürbe Mergelkalke mit zurücktretendem Oolithgehalt, aber mit zahlreichen Echinodermenquerschnitten und Lamellibranchiaten (Gervillien) (4 m).

S Viehhütte 873 m auf der Oberen Dürrenbergweid stellt man an der Basis des Hauptrogensteins folgendes Profil fest:

1. Massiger, dunkelbrauner, stark bituminöser, groboolithischer Kalk.
2. 5 m bröcklige Kalke von gleicher Beschaffenheit.
3. 5 m bröcklige, dunkelbraune, bituminöse, groboolithische Kalke (30—40 cm) im Wechsel mit Mergeln (30—40 cm).
4. *Blagdeni*-Schichten.

Auf der Kellenbergweid, nahe der Vorderen Egg, fand ich neben den *Blagdeni*-Knollen Stücke eines deutlich oolithischen, aber schon dichten, grauen Kalkes mit zahlreichen unverkieselten Fossiltrümmern.

In den oberen Lagen der *Blagdeni*-Schichten liegen wohl die grauen, an verkieselten Fossilien reichen Kalkknollen, die ich nirgendwo anstehend fand, die aber oft bei mangelnden Aufschlüssen, z. B. Kellenbergweid, Wasserfallenweid, auf den Feldern und Wiesen als die einzigen Zeugen des Bajocien herauswittern. Aus solchen Blöcken von der Kellenbergweid ätzte ich mit Salzsäure eine gattungsarme, aber individuenreiche Fauna heraus (*Opis*, *Cyprina*, *Gervillia*, *Trigonia*, *Avicula*, *Cucullaea*, *Ostrea*, *Trochus*, *Terebratula*).

Die *Blagdeni*-Schichten besitzen eine Mächtigkeit von 30 m und sind in den Steilabfällen der aufgebrochenen Antiklinalen in großen Anrissen unter dem Hauptrogensteinmassiv entblößt[1]).

Sie bestehen aus knollig zerlegten, blaugrauen, glimmerreichen, schwarzen, sandigen, mit Mergeln wechselnden Sandkalken. In den unteren Lagen tritt die knollige Zerteilung zurück, und stellen sich dickbankige, gelbbraune Kalksandsteine mit kohligen Häutchen ein. In der Schurre im Wald unter der Muserhüttli sind die *Blagdeni*-Schichten auffallenderweise nur 2 m mächtig. Hier tritt zwischen Hauptrogenstein und *Humphriesi*-Eisenoolith ein feinkörniges, blaugraues, schwach spätiges Gestein mit vielem neugebildeten Kalkspat auf. Fossilien sind in diesem Teil der *Blagdeni*-Schichten ziemlich selten. Ich fand unter den Knollen verdrückte Exemplare von *Stephanoceras Blagdeni*.

S)

Die *Humphriesi*-Schichten kenne ich nur durch Fossilien, die auf einigen Wiesen der Lobisei herauswittern. Sie bestehen aus einem rot verwitternden, tonigen Eisenoolith, erfüllt mit *Terebratula perovalis* Sow., *Aulacothyris carinata* Lam., *Rhynchonella quadriplicata* Zitt., *Stephanoceras Humphriesi* Sow. u. a.

N)

Die *Humphriesi*-Schichten werden von einem blaugrauen oder rostbraunen, eisenschüssigen bis eisenoolithischen, mehr oder weniger spätigen, sehr fossilreichen Mergelkalk gebildet. N Klusersgut tritt an der Basis eine Lage grauer, plattiger oder kugeliger, von Pholaden angebohrter Kalkknollen mit gelber Rinde auf. Die Mächtigkeit der *Humphriesi*-Schichten schwankt und nimmt nach Norden anscheinend zu[2]). Die reiche Fauna besteht aus *Stephanoceras Humphriesi*, *Sonninia*, *Sphaeroceras*, *Belemnites giganteus*, *Ostrea Marshi*, *Ostrea explanata*, *Avicula Münsteri*, *Gresslya*, *Ctenostreon* etc. (NW Unter Barschwang, N Klusersgut, Wiechtenegg, S Obere Romai).

S)

Die *Sauzei*-Schichten sind in Gestalt der bekannten braunen Sandkalke entwickelt.

1) Geissrain; Glattenberg, N und NW Unter Barschwang, NW Mittler Barschwang, S Ober Dürrenbergweid, O Vorderer Hauberg, Wiechtenegg, Rotgritt, S Neuhüsli.

2) SO Ullmet 7 m; S Ober St. Romai $2^1/_2$ m; Geissrain $2^1/_2$ m; N Studenfluh $5^1/_2$ m; N Klusersgut 4 m; N Unter Barschwang ca. 3 m; Wiechtenegg $2^1/_2$—3 m.

Etwas besser sind wieder die *Sowerbyi*- und *Murchisonae*-Schichten aufgeschlossen (im O der Lobisei, in der Oensinger Klus, am Hesselberg oberhalb des Hofes).

N)

Die *Sauzei*-Schichten setzen sich aus einer oberen Abteilung blaugrauer, eisenschüssiger und eisenoolithischer Spatkalke (3—10 m) und einer unteren Abteilung dickbankiger, gelbbrauner, glimmerreicher Sandkalke mit kohligen Häutchen (25—30 cm) zusammen. Im Bach N Limmernkapelle und NW Mittler Barschwang besteht diese aus einem Wechsel derartiger Kalke mit dünnschiefrigen, sandigen, glimmerreichen Mergellagen (0,60—0,80 m). Die oberen *Sauzei*-Schichten gehen allmählich durch Zunahme des Eisengehaltes in die *Humphriesi*-Schichten über (Rotgritt S Neuhüsli), und die unteren *Sauzei*-Schichten nähern sich an verschiedenen Punkten durch die gleiche Veränderung den *Sowerbyi*-Schichten. So stoßen wir am Bach S Mittler Barschwang, N Ober Wiechten, O Ober Barschwang etc. an der Basis auf angewittert gelbbraune, frisch blaugraue Kalke mit braunroten Adern und einer gelbbraunen Rinde von Eisenoxyd. Vereinzelt fand ich auch N Unter Barschwang Knollen eines blaugrauen, von Pholaden angebohrten Kalkes mit gelber Rinde.

Von auffallend geringer Mächtigkeit sind die Unteren *Sauzei*-Schichten N Studenfluh. Hier lagert zwischen *Sowerbyi*- und Oberen *Sauzei*-Schichten (3 m) eine ca. 50 cm mächtige, eisenschüssige, sandige Kalkbank. Beim Punkt 890 S Klusersgut fehlen die wenig O und W dieser Stelle noch mächtigen *Sauzei*-Schichten sogar ganz. Hier lagert *Humphriesi*-Eisenoolith (50 cm) unmittelbar auf der „Grenzknollenlage" der *Sowerbyi*-Schichten (50 cm).

Die Fauna der Unteren *Sauzei*-Schichten ist meist arm (*Pinna*, *Modiola*). Die Oberen *Sauzei*-Schichten werden gelegentlich fossilreicher. N Klusersgut enthalten sie *Lima*, *Rhynchonella*, *Gresslya*. An der Wiechtenegg und NW Unter Barschwang wittern Ostreen, *Ctenostreon*, Belemniten, Echinodermen heraus. Niemals fand sich aber in diesen, petrographisch den *Humphriesi*-Schichten oft sehr ähnlichen Kalken *Stephanoceras Humphriesi*.

S)

Die *Sowerbyi*-Zone wird in den Klusen durch Tone repräsentiert, in die feste Tonkalkknollen eingelagert sind, die außen mit limonithischer Rinde verwittern. Gegen den Weißenstein hin werden sie offenbar durch Sandkalke vertreten, die dort unmittelbar über den *Murchisonae*-Schichten beginnen.

N)

Die Ausbildung der *Sowerbyi*-Schichten wechselt im Passwanggebiet sehr. Wir finden blaugraue, eisenschüssige, spätige, oben mehr sandige Kalke (S Kuniweid, N Klusersgut), oder angewittert graue, frisch grauschwarze, zähe, glimmerreiche Tone (ca. 3 m) (Ober Dürrenbergweid, S Hinter Hauberg, Bach N Limmernkapelle, NW Unter Barschwang), oder graue, glimmerige, schiefrige Mergel und blaugraue, eisenschüssige Spatkalke (ca. 3 m) (N Unter Barschwang, N Mittler Barschwang, O Ober Barschwang, N Studenfluh).

An der Grenze gegen die *Sauzei*-Schichten stellt sich die „Grenzknollenlage" ein. Auch sie wechselt in ihrer Ausbildung und Mächtigkeit. Ihre charakteristischen, frisch blaugrauen, angewittert gelblichen, runden oder ovalen Kalkknollen mit gelblicher Rinde und zahlreichen Pholadenlöchern finden sich überall. Die Knollen der *Sauzei*- und *Humphriesi*-Schichten (s. o.) sind wahrscheinlich nur aufgearbeitete Gerölle der *Sowerbyi*-Schichten, denn Strandverschiebungen und Abrasionen sind im flachen Meere der Bajocienzeit anscheinend die Regel gewesen. Dafür spricht schon der stets wechselnde Habitus ihrer Ablagerungen und die wiederholte auffallende Reduzierung sonst mächtiger

Schichtserien (s. o.). Die Kalkknollen liegen in einem harten, splittrigen, eisenschüssigen bis eisenoolithischen, spätigen, fossilreichen Mergelkalk eingebettet[1]). M. Mühlberg (48, 307) beschreibt irrtümlicherweise aus der „Decke der *Humphriesi*-Schichten NW Unter Barschwang diese „Grenzknollenlage" der *Sowerbyi*-Schichten. Gegen seine Auffassung sprechen Lage und Fauna dieser Schicht. Das zeigt das folgende Profil dieser Stelle:

1. Hauptrogenstein (ca. 35° NO im Wald), bituminöse Uebergangsschichten.
2. *Blagdeni*-Schichten (ca. 20 m vom Waldeingang), Kalkknollen mit verkieselten Fossilien und Sandkalke (am Waldeingang); ca. 20 m mächtig.
3. 3,20 m *Humphriesi*-Eisenoolith (vor dem Wald), mürber, eisenoolithischer, sehr fossilreicher Mergelkalk (*Stephanoceras Humphriesi*, *Ostrea Marshi*, *Gresslya* etc.).
4. Obere *Sauzei*-Schichten:
   3,20 m blaugraue, mehr oder weniger eisenschüssige, spätige Kalke mit herausgewitterten Fossilien (*Ostrea*, *Gresslya*, *Nautilus*, Belemniten, *Rhynchonella*).
   3 m mürbe, stark eisenschüssige bis eisenoolithische Kalke.
5. Untere *Sauzei*-Schichten (neutrale Zone):
   0,60 m grauschwarze, mürbe, sandige Schicht.
   18 m blaugraue, z. T. knollige Sandkalke mit kohligen Häutchen im Wechsel mit Mergeln.
6. *Sowerbyi*-Schichten:
   a) 40 cm Grenzknollenlage; oben eine sehr fossilreiche Lage (10 cm) mit plattigen, ovalen, von Pholaden angebohrten Kalkknollen mit grauem Kern und limonitischer, z. T. eisenoolithischer, schaliger Rinde; unten fossilreicher, grauer, knolliger Kalk (30 cm).
   b) $2^1/_2$ m sandige, graue, glimmerreiche Tone.
7. *Murchisonae*-Schichten:
   $1^1/_2$ m rotbraune, eisenoolithische Kalke.
   1 m (nicht weiter aufgeschlossen) braune, stark eisenschüssige, grobspätige Kalke.

Wenig O dieser Stelle bestehen die *Murchisonae*-Schichten einer abgesunkenen Scholle aus einem Wechsel blaugrauer, knolliger, eisenschüssiger Kalkbänke (15—30 cm) und mürber, eisenschüssiger Zwischenlagen (5—10 cm) (Sa. 3 m). Darüber folgen *Sowerbyi*-Schichten, eine graue, schwach eisenschüssige Mergellage (50 cm) mit zahlreichen Ammoniten, Belemniten; dann graue, sandige Kalke mit schiefrigen Zwischenlagen (1,25 m); dann schwarze schiefrige Tone mit Limonitknöllchen. An zwei unmittelbar benachbarten Punkten sind also *Sowerbyi*-*Murchisonae*-Schichten in ganz verschiedener Facies entwickelt.

Die gleichen schaligen Limonitknollen fand ich N Studenfluh am Wege nach Liedertswil und bei Kilchzimmer. Dagegen fehlt die schalige Limonitrinde den Knollen O Vorder Hauberg, S Ober Dürrenbergweid, im Bach N Limmernkapelle.

Auch die reiche Fauna der Grenzknollenlage wechselt an den verschiedenen Punkten. O Vorder Hauberg überwiegen Harpoceraten, im Bach N Limmernkapelle Pectiniden, *Lima*, Rhynchonellen. NW Unter Barschwang fand ich die reichste Fauna, die sich überwiegend aus Lamelli-

1) S Ober Dürrenbergweid; O Vorder Hauberg (30 cm); im Bach N Limmernkapelle (50 cm) S Neuhaus (50 cm); Punkt 890 S Klusersgut (50 cm); NW Unter Barschwang (40 cm); N Studenfluh (20 cm).

branchiaten und Gastropoden, untergeordet aus Cephalopoden zusammensetzt. N Studenfluh tritt eine ähnliche Fauna in gleichem Gestein auf[1]).

S)

Die *Murchisonae*-Schichten bestehen aus einem ca. 2 m mächtigen Kalkkomplex, oben eisenoolithisch, unten spätig. Manche Lagen sind ganz erfüllt mit der *Terebratula Endesi* Opp., außerdem ist der leitende Ammonit, wie in den Klusen, *Nautilus lineatus* nirgends selten.

N)

Die *Murchisonae*-Schichten treten gleichfalls in verschiedener Facies auf. Entweder bestehen sie aus rotbraunem Eisenoolith (ca. $1^1/_2$ m), der nach unten durch Abnahme des Oolithgehaltes in einen graublauen bis gelbbraunen, stark eisenschüssigen, mitunter eisenoolithischen Spatkalk (ca. $1^1/_2$ m) übergeht (S Ober Dürrenbergweid, Kellenbergweid, NW Unter Barschwang); oder oben aus Spatkalk und unten aus Eisenoolith (im Bach N Limmernkapelle); oder sie setzen sich aus einem Wechsel blaugrauer, knolliger Kalke (ca. 15—30 cm) und mürber, eisenschüssiger Mergel (5—10 cm) zusammen (Sa. 3 m) (N Unter Barschwang).

Die *Murchisonae*-Schichten sind reich an Harpoceraten und Terebrateln (W Kellenberg; N zwischen Ober Limmern und Klusersgut; S Ober Dürrenbergweid).

Opalinus-Tone.

S)

Der *Opalinus*-Ton besteht wie allerwärts aus einem schiefrigen, glimmerreichen Ton. Er ist das tiefste Schichtglied, das in den Klusen zutage tritt.

N)

Die *Opalinus*-Tone sind graue, glimmerreiche, brüchige Tone mit kleineren und größeren, grauen oder braunen, eisenschüssigen Kalkgeoden. Mitunter stellen sich bis 15 cm dicke Kalktonplatten ein (Bach N Limmernkapelle). Sehr häufig sind Schwefelkieskonkretionen von mannigfaltiger Gestalt. An der Grenze gegen den Lias findet man eine 4—6 m mächtige Schicht frisch schwarzer, angewittert grauer, glimmerreicher, blättriger Tonschiefer mit flachgedrückten *Posidonia Suessi* und Harpoceraten (Bach W Kunisrüti, Bach SW Hint. Hauberg; Limmernbach SW Ramisgraben). Ein interessantes Profil ist im Bach N Limmernkapelle aufgeschlossen.

1. *Murchisonae*-Schichten.
2. *Opalinus*-Tone:
   a) Tone, ca. 35 m.
   b) Kalkbank, ca. 40 cm, davon 24 cm sandiger, wenig spätiger, blaugrauer Kalk mit weißen Oolithen und 14 cm schwarzer, eisenoolithischer Kalk mit Kalkknollen. In Dünnschliffen der eisenoolithischen Lage findet man Foraminiferen. Außerdem enthielt sie kleine Exemplare von *Leda* und eine *Sonninia*. Auf der Oberfläche erheben sich fingerstarke, zopfartige Gebilde.

1) Ich fand NW Unt. Barschwang: *Sonninia? Sowerbyi, Harpoceras, Amberleya ornata* Sow. var. *spinulosa* Hudl. und var. *abbas* Hudl., *Trochus* sp., *Pseudomelania procera* Desl., *Turbo* sp., *Pleurotomaria actinomphala* Desl., *Pl. Agathis* Desl., *Pl. punctata* Sow., *Pl.* cf. *elongata* Sow., *Oxytoma inaequivalvis* Sow. sp., *Trigonia signata* Ag., *Trig. costata* Sow., *Coelastarte excavata* Sow., diverse *Astarte, Arca, Mytilus, Homomya*, diverse *Pecten* und *Lima, Rhynchonella* cf. *Pallas* Chap. et Dew., Echiniden. Diese Formen finden sich entweder in der Eisenerzformation von Lothringen oder in den *Concavus-Murchisonae*-Schichten von England.

c) Tone, ca. 35 m, mit vereinzelten Tonkalkbänken (bis 15 cm), und bis zum Lias nochmals eine Strecke von schätzungsweise 30 m.

Die Mächtigkeit der *Opalinus*-Tone beträgt hier also annähernd 100 m. An anderen Stellen (N Ob. Limmern, N Ob. Schilt, S Ob. Buchen) scheint sie größer zu sein.

E. Lias.

S)

Lias und Keuper sind in dem tiefen Aufbruch der Antiklinale in der Wanne bei Langenbruck aufgeschlossen. Sie sind jedoch oberflächlich fast ganz durch Schuttmassen verhüllt, bis auf eine kleine Liaskalkscholle an dem nördlichen der beiden, die Wanne entwässernden Bäche. Sonst sind diese Schichten nur im W der Weißensteinkette bei Walden sichtbar, wo sie durch den Abrutsch des über ihnen befindlichen Doggers bald entblößt wurden. Der Untere Lias besteht aus Gryphäenkalken und Sandkalken mit Kieselkonkretionen, unter denen ein sehr grobkörniger Sandstein auffällt.

N)

Im Bach W Kunisrüti trifft man zwischen *Opalinus*-Tonen (Tone mit *Posidonia Suessi*) und dem mittleren Lias (Belemnitenkalk) graue, bituminöse, mit Mergeln wechselnde Kalke (1 m), die an die von Celliers vom Bach bei Fasiswald beschriebenen *Jurensis*-Mergel des Oberen Lias erinnern. Ich fand in ihnen Harpoceraten und Belemniten. Bei Fasiswald tritt in ihnen noch *Gryphaea cymbium* auf.

Unter ihnen folgen blaugraue, eisenschüssige, dünnplattige, zum Teil graugrüne und stark glaukonitische Belemnitenkalke des Mittleren Lias. Aschgraue, eisenschüssige Partien verleihen ihnen ein brecciöses Aussehen (ca. 3 m). Diese Kalke fand ich außerdem O Klusersgut; WSW Kellenberg am Abhang der Höhe 991; im Limmernbach SW Ramisgraben (2 m). Sie sind stets fossilreich und lieferten mir W Kunisrüti Belemniten, *Amaltheus costatus*, *Spirifer rostratus* Schl. sp., *Pecten aequivalvis* Sow„ *Gryphaea cymbium* Lam.

Am verbreitetsten sind in der Passwangkette aber die Gryphitenkalke des Unteren Lias. Sie bilden überall die charakteristischen Liasterrainkanten und besitzen im Durchschnitt eine Mächtigkeit von ca. 25 m.

Im Bach W Kunisrüti sind sie unter dem Mittleren Lias folgendermaßen entwickelt:

1. 3 m graue glitzernde Kalke.
2. Ca. 10 m blaugraue, eisenschüssige, knollig zerteilte, feinspätige Kalke mit Mergellagen.
3. Schwarze, glitzernde, dolomitische Kalke mit Kieselkonkretionen und schwarzen, dünnen Mergellagen.
4. Graue und schwarzgraue, gelbliche Kalksandsteine mit kohligen Häutchen (7 m).
   1—4 *Obliqua*-Schichten mit *Gryphaea obliqua* × *arcuata*.
5. *Arcuata*-Schichten (ca. 2 m). Dolomitischer Kalksandstein mit völlig dolomitisierten *Gryphaea arcuata*.
6. Rhätsandstein.

An anderen Stellen beschränkt sich die sandig-dolomitische Ausbildung auf die unteren Lagen der *Obliqua*- und *Arcuata*-Schichten, und bestehen die *Obliqua*-Schichten vorwiegend aus mehr oder minder knolligen Kalken und Mergeln. Das zeigen folgende Profile:

OSO Ramisgraben:

1. Feinkörnige, knollig zerteilte, eisenschüssige Kalke mit Kieselkonkretionen und mit eingelagerten sandigen Partien.
2. Dickbankige, frisch graue, angewittert gelbbraune, glimmerreiche Kalksandsteine mit kohligen Häutchen und Schilfstengeln. Mitunter sind diese Lagen auch glaukonitisch.
3. Grober, kugelig abgesonderter, eisenschüssiger Spatkalk.

Im Limmernbach SW Ramisgraben:

1. Belemnitenkalk des Mittleren Lias (2 m).
2. *Obliqua*-Schichten (ca. 22 m):
   a) blaugraue, eisenschüssige, knollige Kalke, 4 m;
   b) graue bis hellbraune Sandkalke, 1 m;
   c) blaue, knollige, eisenschüssige Spatkalke mit Kieselkonkretionen, 13 m;
   d) graue, sandige Kalke, 1 m;
   e) grauschwarze bis hellbraune, gebänderte Kalksandsteine mit kohligen Häutchen, $3^1/_2$ m.
3. *Arcuata*-Schichten (1,40 m):
   f) schwarzer, silbergrauer, grobspätiger, dolomitischer Spatkalk mit Mergellagen, 80 cm;
   g) grobspätiger, silbergrauer, dolomitischer Kalksandstein mit völlig dolomitisierten Hohlräumen, umgewandelten *Gryphaea arcuata*, 50 cm;
   h) dichter Dolomit, 5 cm.
4) Rhätsandstein.

Die „*Arcuata*-Bank“ (g) ist ein charakteristischer, auch an anderen Stellen wiederkehrender Horizont (Schwarzmattbach, W Neuhaus, S Klusersgut, O und W Viehhütte 898). Er lieferte *Gryphaea arcuata* Lam., *Cardinia crassissima* Sow. sp. Ag., *Pholodomya glabra*. Die „*Obliqua*-Schichten“ enthalten eine reiche Fauna von Arieten, Belemniten, Lamellibranchiaten, Brachiopoden, Echinodermen und eine Crustacee. Die typische *Gryphaea obliqua* Sow. findet sich in diesen Schichten seltener. An ihre Stelle tritt in zahllosen Exemplaren eine Kreuzung *Gryphaea obliqua* Sow. × *arcuata* Lam., welche die breite Form der *Gr. obliqua* mit der deutlichen Furche und dem eingerollten Wirbel der *Gr. arcuata* vereinigt.

Die bis kopfgroßen Kieselkonkretionen der *Obliqua*-Schichten bestehen aus zahllosen Spongiennadeln, wovon man sich leicht im Dünnschliff überzeugen kann.

F. Trias.

10. Rhätkeuper.

S)

Im Gegensatz zum Weißenstein (4, 17) ist bei Walden typischer Rhätsandstein entwickelt, der in den Aeckern und Wiesen oberhalb der Häuser von Schürchen zutage tritt, während er etwas weiter W in dem Bachriß unterhalb P. 792 schon zu fehlen scheint. Der Keuper ist oberhalb Walden und Wolfisberg nur schlecht aufgeschlossen. Zuweilen leuchten die bunten Keupermergel aus den Aeckern hervor, und die Pflugschar bringt Bruchstücke der Dolomitbank zutage; am Südfuß der Randfluh konnte ich auch den Gipskeuper nachweisen.

N)

Meine abgeschlossenen Untersuchungen des Rhätkeupers sind durch Erscheinen der Arbeit von Erni (9) überflüssig geworden, und ich kann auf diese Arbeit verweisen.

Er ist 3—4½ m mächtig, besteht aus diskordant geschichteten, frisch gelblichweißen, angewittert bräunlichen, stark glitzernden Sandsteinen und Kalksandsteinen und enthält zahllose Kohlenschmitzen und einige Bonebedlagen.

Der Sandstein zerfällt sehr leicht und ist dann im Terrain an dem stark glitzernden, violett schimmernden Verwitterungsboden kenntlich. Dadurch ist er leicht vom fettigen, gelblichgrauen Verwitterungsboden des Unteren Lias zu unterscheiden, in dem man außerdem noch Brocken gebleichten, sehr leichten, porös-aschenartigen Gesteines findet (z. B. Soolmatt—Hinter Haubergplateau.

11. Gipskeuper.

N)

Der Gipskeuper gliedert sich überall in einen oberen Abschnitt mit graugrünen Dolomiten und Mergeln (10—12 m) und einen unteren mit bunten Mergeln und Steinmergeln, bezw. Dolomiten. Seine Mächtigkeit genau anzugeben, ist wegen der Rutschungen schwer. Sie beträgt wohl jedenfalls über 100 m (Dürrenbergweid). Ein fortlaufendes Profil durch den ganzen Gipskeuper ist nicht festzustellen. Folgende Kombination ist stückweise zu beobachten:

a) Im Limmernbach SW. Ramisgraben:
   1. Rhätsandstein (4½ m).
   2. Grüne Keupermergel und Dolomite (ca. 12 m).
   3. Ca. 20 m aufschlußlos, wohl rote Keupermergel.
   4. Blaugraue Dolomite.

b) An der Schattenweid:
   1. Rote, grüne, blaugrüne Mergel mit Steinmergelbänken und Neigung zur Bildung von Zellendolomiten (ca. 8 m aufgeschlossen).
   2. Bunte Mergel mit roten oder weißen Gipsbänken (bis 40 cm), -nestern, -schlieren und Sternquarz.

c) Im Wustbach S Schattenweid:
   1. Grüne Keupermergel und Dolomite.
   2. Graue Dolomitbänke im Wechsel mit grauen Mergeln.
   3. Gelbbraune Dolomite im Wechsel mit bunten Mergeln.
   4. Graubraune, poröse, kubisch zerklüftete Dolomite.
   5. Gipsbank (im Liegenden des Keuperaufschlusses an der Schattenweid).

d) Im Bach W Kunisrüti:
   1. Rhätsandstein, 4 m.
   2. Grüne Mergel und Dolomite.
   3. Graue Steinmergelbänke.
   4. Rote und grüne Keupermergel im Wechsel mit grauen Steinmergelbänken.
   5. Rote Keupermergel.

Aehnliche Profile stellt man an allen anderen Stellen fest (Ober Dürrenbergweid, S Mittl. Bilstein, OSO Ramisgraben, W Neuhaus, S Schiltloch, O Ob. Buchen).

12. Lettenkohlenkeuper.

N)

Im Bach S Klusersgut werden NO Viehhütte 898 im Liegenden von Gipskeuper graue, glimmerreiche, schiefrige Tone angeschnitten. Sie sind frisch zäh, graublau, glimmrig, kurzbrüchig und

enthalten kleine verdickte sandige Knötchen mit limonitischer Binde. Ich fand einige Exemplare von *Estheria* cf. *minuta*, so daß ich sie dem Kohlenkeuper zurechnen muß.

Außerdem stelle ich in diesen Horizont grauweiße, zellige, zum Teil bituminöse Dolomite, die W Dürrenberg kurz vor Eintritt des Weges in den Wald von Kunisrüti dünne Bonebedlagen von Fischschuppen und -zähnen enthalten. Man findet sie außerdem bei der Viehhütte 909 S Kunisrüti im Hangenden des *Trigonodus*-Dolomites.

Vielleicht gehören zum Unteren Keuper auch graugrüne, poröse Mergel mit Pflanzenresten und schneeweiße Dolomite mit gelbbrauner Rinde, die bei der Ausschachtung der neuen Scheune bei Dürrenberg sichtbar wurden. Aehnliche Tone fand ich mit kleinen Gipsknollen W Kunisrüti.

13. Muschelkalk.

N)

Der *Trigonodus*-Dolomit (Oberer Dolomit, mindestens 6 m) ist ein gelblichweißer bis brauner, leicht verwitternder, zum Teil oolithischer, poröser Dolomit mit Hornsteinknauern. Wenig SW Kunisrüti tritt im Weg zur Viehhütte über Plattenkalk eine eigenartige, stark dolomitische Breccie mit kleinen eckigen Dolomitknauern auf. Die oberen Lagen sind fossilreich und wittern auf dem Felde bei der Viehhütte 908 S Kunisrüti heraus. Ein zweiter fossilreicher Horizont liegt dicht über dem Plattenkalk. Er lieferte *Myophoria Goldfussi* Alb., *Myoph. ?rotunda* Alb., *Myoph. laevigata* Alb., *Trigonodus Sandbergeri* Alb., *Gervillia* cf. *costata* Schl. sp., *Myacites ?musculoides* Schl. sp., Gastropoden (Kunigraben, O Kunigraben, Birstel, Dünnlenberg—Rothenweid).

Unter ihm folgen im Kunigraben und O Kunigraben ca. 38 m Plattenkalk und Trochitenkalk. Oben liegen rein tonige, graue und bräunliche, dick- und dünnbankige Kalke. Darunter treten häufiger spätige Lagen zwischen den tonigen auf, die dann zu dünnplattigen Kalken mit Trochitenquerschnitten überleiten. Häufiger sind auch dolomitische Lagen eingeschaltet, die namentlich an der Basis über der Straße nach Kunisrüti sichtbar sind. Auf den Wegen Liedertswil—Studenfluh und Sixfeld—Stöckmatten erhält man ähnliche Profile. Auch hier treten die Trochiten in niedrigerem Niveau überwiegend auf, doch wechseln auch in höheren Lagen tonige und spätige Lagen ab (ca. 30 m).

Die Anhydritgruppe (Unterer Dolomit) (Mittlerer Muschelkalk) tritt in der Passwangkette nicht mehr zutage, doch wird sie in der Ullmetkette als Kern des Muschelkalkgewölbes Dünnlenberg—Rothenweid und in Birstel entblößt. Oberhalb des Weges Liedertswil—Studenfluh wird im großen Anriß der gelb-grauweiße, dünnplattige, weiche „Untere Dolomit" sichtbar Er ist durch zahllose dünne Kiesellagen schwarz gebändert; doch kommen auch Kieselbänder von $^1/_2$ cm Dicke oder haselnußgroße Kieselkonkretionen vor. Daneben finden sich in tieferen Lagen Zellendolomite und Gipsstöcke. Zellendolomite und Dolomitasche sieht man am Wege Sixfeld—Stöckmatten Gips beim Gehöft Heimsten, wo er einst abgebaut wurde.

IV. Tektonischer Teil.

G. Die Passwangkette.

Von **W. Delhaes.**

14. Südschenkel der Passwangkette.

a) Helfenberg—Hauberg (Prof. 1—6). Dieser Teil wird durch drei größere Querstörungen in drei Abschnitte zerteilt, die ihrerseits wieder durch sekundäre Querstörungen gegliedert werden. Im

östlichen Abschnitt, der „Sonnenbergli-Erlilochscholle“ (Prof. 1/2), teilt das tief einschneidende Argovien-Callovien-Isoklinaltal des Helfenbergrütenen den Kimmeridge-Sequan-Grat des Sonnenbergli von dem Hauptrogensteinkamm des Erliloch-Kammes. In beiden Kämmen wächst das Einfallen von O nach W (s. Karte).

Der Hauptrogensteinkamm findet in der Höhe der Krähegg nach O seine Fortsetzung. So beobachtet man auch an dem Weiher westlich der Straße Waldenburg—Langenbruck ein Spiegelbild der von Celliers in ihm beschriebenen S-Falte (8, 34). Das Ostende der Krähegg ist sehr deutlich gegen den Hauptrogenstein des Dürstelberg durch eine NNO/SSW-Verwerfung verschoben (8, 31).

Auch das Argovien des Helfenbergrütenen setzt sich in dem Argovien östlich der Langenbrucker Chaussee fort. Dagegen heben sich die Sequan-Kimmeridgekalke des Sonnenbergli wie die Molasse der Mümliswiler Synklinale W Fraurüti aus.

Dieser östliche Abschnitt ist gegen den westlich folgenden Abschnitt, die „Untere Helfenberg-Bilsteinbergscholle“ (P. 969 u. 1127) durch eine sehr deutliche Querstörung abgetrennt (Prof. 3). Diese hat in der Literatur zu einer Kontroverse von Steinmann (74, 483—484) und Mühlberg (42, 467) geführt.

Nach meinen Untersuchungen kann ich der Steinmannschen Ansicht nur beipflichten. Diese Störung ist nicht nur im Kimmeridge-Sequan-Grat und Hauptrogensteingrat zu beobachten (74, 483—484); 42, 467), sondern ich habe sie auch weiter NNO durch den Unteren Dogger, Lias, Keuper der Kuniweid und als Begrenzung des Muschelkalkes von Kunisrüti verfolgen können. Sie ist eine der Hauptstörungen des Südschenkels der Passwangkette, und es scheint mir auch die Vermutung von Steinmann Wahrscheinlichkeit zu besitzen, daß sie auch die südliche Farisbergkette als „Beretenverwerfung“ quert (S. 76). Allerdings halte ich es für möglich, daß sich diese Verwerfung beim Eintritt in die Passwangkette in drei Verwerfungen gespalten hat (s. unten).

Betrachten wir die Verhältnisse genauer! Die Kimmeridge-Sequan-Geisbergkalke des „Sonnenbergli“ lassen sich vom Bachtelengraben ungestört unter steilerer Schichtstellung bis an das Westende des Helfenbergrütenen verfolgen (Sequan 70° SSW).

Die Kante der Geisbergkalke erreicht an einem kleinen, in den Wald S vorspringenden, viereckigen Wiesenzipfel ihr Ende. Die Kimmeridge- und Sequan-Kalke lassen sich gleichfalls nicht ohne Unterbrechung nach W verfolgen. Sequan stößt an Kimmeridge des P. 969 (ca. 80° SSW). Kimmeridge ist weiter S gerückt und fällt ungefähr in das Streichen des Kimmeridge der Klippe 967. Schließlich setzt die Argovienkombe zum Teil an dem Sequankomplex des P. 969 ab. Dieser ist in dem vorspringenden Waldzipfel N 969 aufgeschlossen. Hier stehen in der Nordecke die Geisbergkalke an und streichen in die Argovienkombe hinein (Prof. 3).

Im W erleidet der Kimmeridge-Sequan-Grat des P. 969 zwischen den Klippen 969 und 967 nochmals eine Unterbrechung. Wenige Schritte unterhalb des Grates sieht man das Sequan der Klippe 967 mit dem Kimmeridge der Klippe 969 zusammenstoßen. Die Klippe 969 ist also durch zwei Querstörungen gewissermaßen nach N vorgerückt (Prof. 3).

Gehen wir nun zum Bilsteinberg! In seinem Kamm fällt dem Beobachter vom Helfenbergrütenen aus eine deutliche Lücke auf. Bei der letzten Biegung des Zickzackpfades (kleine Bank) bricht der Hauptrogenstein O des Weges (70° S „Erlilochkamm“) ab, und seine W-Fortsetzung

würde S vor den Kamm des Bilsteinberg (1127) fallen. Bald darauf wendet sich der Weg mit der Kammrichtung nach NW. Hier zeigt der Grat eine deutliche Lücke, denn der Hauptrogenstein des Bilsteinberg (1127) (45° SW) setzt auch ab und findet nach O keine direkte Fortsetzung.

Beim Abstieg durch die Lücke nach N sieht man bald Bajocien (50° SW) des Erliloch-Kammes an den Hauptrogenstein des Bilsteinkopf anstoßen. Das Bajocien (50° SW) im Liegenden des Hauptrogenstein des Bilsteinberg steht erst ein gutes Stück weiter N ca. 20 m oberhalb des Waldsaumes an. Diese ausgezeichnete Blattverschiebung läßt sich nach N durch die *Opalinus*-Tone, Lias und Keuper verfolgen (S. 34).

Wir kommen nun zur „Schwänglen-Haubergscholle". Der Malm der Klippe 967 (80° SSW) streicht durch den westlichen Bach (90° SSW), und sein Sequan ist noch bis zum Weg längs des Baches (50° NNO) zu verfolgen[1]).

Im Streichen der Sequankalke tritt W des Weges die weiter W mehrere Meter hohe Kante der Geisbergkalke auf. Die liegenden Effinger Schichten fallen dementsprechend in das Streichen der östlichen Geisbergkalke (in dem kleinen steileren Weg). Schließlich zeigen auch die Sequan-Kimmeridge-Kalke die gleiche Verschiebung[2]). In der Wand N „Kleine Schwänglen" findet man Malm zum letzten Male anstehend (Kimmeridge-Sequan-Effinger Schichten 30° NNO) (Prof. 5).

Wenden wir uns nun zum Oberen Helfenberg! Von dem Westende der „Bilsteinbergscholle" ist die westlich folgende „Haubergscholle" an einer SSO—NNW-Verwerfung abgesunken. Diese ist wohl als die Fortsetzung der Verwerfung zwischen dem Malm der „Helfenberg"- und „Schwänglenscholle" anzusehen. Der Fußweg verläuft im Wald S Schwänglenweid über ein ziemlich ebenes Stück mit gelegentlichen Aufschlüssen in Hauptrogenstein (20° SSW). Etwas W abseits der Biegung des Weges nach O stößt man auf eine Hauptrogensteinklippe (ca. 20° SSW) mit Bajocien im Liegenden (Prof. 5). Auch östlich verfolgt man beim Abstieg des Weges und am Hang noch ein Stück weit die Knollen der *Blagdeni*- und *Sauzei*-Schichten.

Für das Vorhandensein dieser Verwerfung spricht auch der W-Verlauf der „Haubergscholle". Sie ist anscheinend in sich zerbrochen und von sekundären Störungen zerstückelt. So trifft man bei P. 1004 in tieferem Niveau als beim eben genannten Aufschluß wieder auf Bajocien (25° SSW) (Prof. 6). Die Senke zwischen beiden Punkten ist mit einem Chaos von Hauptrogensteinblöcken angefüllt. Das deutet auf eine Querstörung hin, zumal die *Sowerbyi-Murchisonae*-Schichten bei der Viehhütte und O auf der Schwänglenweid (großer Aufschluß in *Opalinus*-Tonen bis *Sauzei*-Schichten 20° SSW) eine deutliche Verschiebung erkennen lassen.

Die Haubergscholle zeigt noch weitere Komplikationen. Die *Sauzei*-Schichten lassen sich bis dicht an den „Vord. Hauberg" verfolgen (25° SSW). Dagegen sieht man SSO unter dem Gehöft Hauptrogenstein in der Waldkante mit 25—30° NNO einfallen (Prof. 6). Einer derartigen Erscheinung werden wir noch häufiger begegnen. Sie hängt jedenfalls mit dem Zusammenbruch eines Schenkels zusammen und findet sich stets dort, wo eine Verwerfung ihn schief anschneidet, oder in eine Längsstörung übergeht. Ueber-

1) Unter einer großen Tanne O des Weges kurz nach Abzweigung eines noch kleineren steileren Pfades.

2) Davon überzeugt man sich an der zweiten und dritten Kehre eines Fahrweges (nicht auf der Karte), der vom Wege Schwänglen-Helfenbergrütenen nach abwärts abzweigt. Hier findet man Sequan (40° NNO) und steht dem Abbruch der Helfenbergklippen gegenüber. Das Sequan der „Schwänglenscholle" würde aber in seiner O-Verlängerung S der Kimmeridgeklippen des Helfenberg ausstreichen.

kippungen der steilgestellten Schichten sind damit eng verbunden. Ein Rest der einstigen Bedeckung der Haubergscholle durch Hauptrogenstein liegt wohl in dem großen Block am Wege unter dem Gehöft vor.

Auf den Wiesen W Ob. Schwänglen findet man keinen anstehenden Malm mehr, sondern nur noch Hauptrogensteinschutt. Außerdem liegt der Malm O dieser Wiesen südlich des Malm W der Wiesen. Hier setzt jedenfalls eine große Störung durch den Südschenkel, denn im O und W dieser Stelle sieht man steilgestellte Malmschichten auf längere Strecken in eine völlig überkippte Lagerung übergehen. In der Nähe der Störung kam es dann infolge einer Blattverschiebung zu einem Ausbruch des Südschenkels, von dem die großen Schuttmassen auf der Molasse noch ein Zeugnis ablegen. Diese Störung setzt auch durch den Hauptrogenstein hindurch. Der Hauptrogenstein des Stöckrüti springt S sehr weit vor. In seinem Streichen fand ich W Callovienknollen, und tritt im Wald eine Dalle nacrée-Bank auf. Andererseits sieht man im Wald W des Gehöftes Hauberg Hauptrogenstein und Bajocien N weit vorspringen und in seinem Streichen O am Wege Unt. Dogger aufgeschlossen.

Die „Hauberg-Schwänglenstörung" läßt sich nach NW durch die Limmern als Längsbruch verfolgen. Vielleicht ist auch die Querstörung der Farisbergkette bei Holzapfelweidli (cf. Gerth) mit ihr in Zusammenhang zu bringen. Die verschiedene Mächtigkeit der Unteren Süßwassermolasse erleichtert vielleicht eine Verfolgung der beschriebenen drei Querstörungen des Südschenkels der Passwangkette durch die Mümliswiler Synklinale in die entsprechenden Querstörungen der Farisbergkette; denn bald wird in dem Tal die obere, sandige, bald die untere, mergelige Abteilung der Molasse sichtbar (S. 14).

b) Ellbogen—Rodisegg (Prof. 6—14). In der Limmernschlucht quert man ein vollständiges Profil von Kimmeridge bis zum Argovien. Die Schichten fallen zunächst flach S ein (18° SSW) und richten sich allmählich bis zum Waldsaum S Genneten immer steiler auf (30°—65° SSW). Im Limmernbach quert man dann bis zu den steilen Hauptrogensteinfluhen N Genneten Argovien (75—80° S bezw. N) und Callovien (Prof. 10 u. 12). Die Malmschichten des Ellbogen behalten bis zum P. 830 noch steiles Südfallen (80° SSW) bei, nehmen dann aber eine überkippte Lagerung an (60° NNO; 50° NNO) (Prof. 9—7). Zum letzten Male sind Kimmeridge und Sequan bankweise in einem von Almend Merzrüti aufsteigenden Holzweg angeschnitten. Wenig östlich beginnt der Ausbruch des Südschenkels im Anschluß an die „Hauberg-Schwänglenstörung (Prof. 7, 6). Auch im Hauptrogensteinkamm des Ellbogen beobachtet man die Ueberkippung der Schichten nach NO (30° NO) (Prof. 8—10).

Die Ueberkippung der steilgestellten Schichten wird in dem W-Abschnitt „Genneten" noch vollständiger. Zwischen Limmern- und Wiechten-Gennetenbach behalten die Schichten ein steiles Einfallen[1]) (Prof. 11—13).

Dagegen fällt dem Beobachter oberhalb des NW-Endes der Gennetenwiese eine Klippe flach N-fallender Schichten auf. Auch der Knick des Kammes auf der Karte läßt hier abweichende Verhältnisse vermuten. Hier überlagern sich in überkippter, verkehrter Lagerung Argovien-Hauptrogenstein (20° NNO) (Prof. 14). Zwischen dem Wiechten-Gennetenbach und dieser Stelle verfolgt man den ganz allmählichen Uebergang der zunächst noch steilgeneigten Schichten (65° NNO) in jene flache Lagerung (20° NNO) in den Kanten von Hauptrogenstein, Dalle nacrée, Birmensdorfer Kalken. Die Schichten liegen hier aber nicht nur überkippt, sondern sie biegen auch ab (cf. Karte). Das deutet

1) Im Bach Argovien 65° N, Hauptrogenstein 75° N, Unt. Dogger 85° N.

auf eine flexurartige Störung hin. Vielleicht ist sie die NO-Fortsetzung einer bei Rodisegg beobachteten Verwerfung.

Am Südrand der Argovienkombe, im Malmgrat, beobachtet man ähnliche Verhältnisse. Zwischen dem Limmernbach und dem Wege Genneten—Hölloch fallen die Schichten steil ein (70° SSW) (Prof. 10—13). SW der Viehhütte 776 von Genneten findet man vier deutliche Terrainkanten (Geisbergkalke, Crenularis-Schichten, Sequan, Kimmeridge 85° NNO). Die Kante der Geisbergkalke hört genau S des vorspringenden Waldzipfels plötzlich auf und tritt infolge eines NNO/SSW-Querspungs erst ca. 30 m S wieder als Wand auf. Gleichzeitig geht die Streichrichtung der Schichten aus der O-W-lichen in eine SW-lich abgelenkte über. Jene Störung äußert sich in den höheren Malmschichten nur als Flexur und in dem Uebergang in eine flache, verkehrte Lagerung (Prof. 14). Der Uebergang der steilen in die flache Lagerung ist nicht zu verfolgen; er vollzieht sich sehr plötzlich. Nach W herrscht nun das flache N-Einfallen und die überkippte, verkehrte Lagerung vor (cf. Karte). Außerdem treten Kimmeridge und Sequan in reduzierter Mächtigkeit auf (Prof. 15).

c) Rodisegg—Wiechtenegg—Beinwilberg (Prof. 15—21). Dieser Teil ist sehr kompliziert gebaut. Der ganze Südschenkel ist auf der Strecke Rodisegg—Beinwilberg zerbrochen und in sich zusammengesunken. Doch sind die tektonischen Verhältnisse nur schwer zu entwirren. Die Schuttbedeckung mit Hauptrogenstein ist stark; Aufschlüsse sind selten und finden sich nur an wenigen Holzpfaden. Diese stehen aber nicht auf der Karte, so daß eine genaue Orientierung bei dem dichten Waldbestand schwerfällt. Es lassen sich vier Schollen unterscheiden, die geologisch, an Verwerfungen abgesunken, nebeneinander, orographisch übereinander liegen.

Zur ersten Scholle (Kimmeridge-Argovien) gehört die Rodisegg-Wiese, geologisch die Fortsetzung des westlichen Teiles von Genneten. An dem Wege vom Gehöft Rodisegg zur Barschwang-Straße stehen ihre Geisbergkalke im Hangenden des Mittl. Malm an jener Straße an (Prof. 15).

Ca. 10 m über dem Niveau des Weges stößt man in einer Schurre auf Mittleres Sequan der zweiten Scholle (35° N) (Prof. 15). Ihre Kalke sind SW bis zur Straße zu verfolgen. Nach kurzer aufschlußloser Strecke folgt über ihnen in dem großen Anriß an der Straße koralligenes Unt. Sequan (30° N) (Prof. 15). Diese Kalke sind nach NO in einzelnen Klippen und nach SW mit Hilfe einiger Schurren unter der Straße im Hangenden von Mittl. Sequan zu verfolgen. Unter dem Wege von Lindematt stößt man auf das Mittl. Sequan der ersten Scholle.

Wir kommen nun zur dritten Scholle (Argovien—Unterer Dogger), zu dem der größte Teil von Rodiseggwald und Hagliberg gehört. Kurz vor der größeren Biegung der Barschwangstraße N Lindematt findet man in der Böschung Argovien. Beim Abstieg von dieser Stelle genau nach S stößt man in dem dreieckigen Waldzipfel auf einen großen Argovienaufschluß. Im Streichen dieser Stelle liegt das Unt. Sequan NNW Lindematt. Die Annahme eines Querbruches ist berechtigt (Prof. 16). Im Hangenden des Argovien findet man Dalle nacrée, Callovientone (Stelle mit hohem Gras und Kiefern) Macrocephalen-*Varians*-Schichten (am NO-aufsteigenden Weg), *Ferrugineus*-Schichten, Hauptrogenstein (im großen Steinbruch) (30° NNW.) Auf allen Wegen bis zum Wiesenrand SW Wiechtenegg quert man Hauptrogenstein mit flachem N-Einfallen (30—40° NNW) und findet ihn auch im Südsaum der Wiese 1050 (20° NNW). Oberhalb der Unt. Sequankalke (s. o.) führt ein Weg in NO-Richtung aufwärts. In ihm treten *Varians*-Schichten wieder auf. Nach geraumer Zeit mündet von NW ein Weg auf ihn. Hier trifft man etwas abseits der Wege eine feuchte Stelle (Kiefern, hohes Gras) mit Stücken

von Callovien und Macrocephalen-*Varians*-Schichten. Darüber folgen Oberer und Unterer Hauptrogenstein mit flachem Nordfallen. Wenig unterhalb dieser Stelle stößt man auf Unt. und Mittl. Sequan der zweiten Scholle (Prof. 15).

Hier liegen also zweite und dritte Scholle nebeneinander; Argovien fehlt, sodaß man zur Annahme einer Verwerfung berechtigt ist. Sie ist die Fortsetzung des vorhin erwähnten SSW/NNO-Quersprunges zwischen Unt. Sequan und Argovien. Dieser lenkt an der Barschwang-Straße nach O um, trennt dann auf dem Wege *Varians*-Schichten von Unt. Sequan und legt schließlich hier Callovien neben Unt. Sequan. Im weiteren Verlaufe vereinigt sie sich wohl mit der SW/NO-Verwerfung zwischen erster und zweiter Scholle und veranlaßt vielleicht schließlich die Flexur O Wiechtenegg (S. 40/41).

An der Barschwang-Straße quert man bis kurz vor dem Tümmelgraben Hauptrogenstein (30° N). Im Tümmelgraben hat man ein geschlossenes Profil von den Effinger Schichten (30° N) bis zum *Humphriesi*-Eisenoolith (35° NNW). W des Tümmelgraben finden wir im Hagliberg Argovien-Hauptrogenstein mit flachem N-Einfallen (30—15° NNW). Am Westwaldsaum vom Hagliberg erreicht die dritte Scholle an einer Querstörung ihr Ende.

Die vierte Scholle umfaßt den Gipfel der Wiechtenegg und den oberen Teil des Tümmelgraben. W der Zingelen-Klippen wird auch sie durch den Querbruch abgeschnitten. Dicht vor der Straßenschleife am Tümmelgraben ändert sich plötzlich die Vegetation, und unter dem Krucifix steht Bajocien mit S-Fallen an (30° SSO). Im Streichen findet man im Tümmelgraben Bajocien mit N-Fallen (35° NNO). Hier sehen wir die dritte und vierte Scholle mit denselben Schichten zusammenstoßen. Das Südeinfallen ist aber nicht etwa nur lokal, sondern hält in der vierten Scholle bis zum Wiechtenegg-Gipfel an. Ein solches Einfallen zeigt das Bajocien im oberen Teil des Tümmelgraben (30° S) und am Weg zum oberen Barschwang; der Hauptrogenstein zwischen den beiden isolierten Gehölzen (30° S) (Prof. 17—18); schließlich der Unt. Dogger und Hauptrogenstein der Wiechtenegg (25° S) (Prof. 15, 16). Dagegen beobachtet man längs des S-Waldsaumes und im Rodiseggwald stets ein flaches N-Einfallen. So kann man auf der Strecke Tümmelgraben—Südfuß der Wiechtenegg eine WSW/ONO gerichtete Längsstörung zwischen der dritten und vierten Scholle verfolgen.

Noch deutlicher werden die Verhältnisse O Wiechtenegg auf der Wiese 1050. Diese fällt in der Landschaft, wie im Kartenbilde auf. In ihrem Südsaume findet man Hauptrogenstein (20° NNW), und ihr Untergrund besteht aus Bajocien (in zahlreichen Stücken in der Wiesenmauer). Beim Austritt des Weges aus dem Walde oberhalb Ob. Wiechten begegnet man Hauptrogenstein (45° N) und sieht wenig unterhalb am Wege *Sauzei*-Schichten ausstreichen. Diese Schichten sind aber im Vergleich zu der Schichtserie des Wiechtenegg-Gipfels (30° N) weit nach N gerückt. An dieser Stelle ist die Verwerfung zwischen dritter und vierter Scholle sehr deutlich (Prof. 15).

W Tümmelgraben trennt diese „Wiechtenegg-Zingelen-Störung" die flach N-fallende dritte Scholle (15—35° NNW) im Hagliberg von dem steilstehenden Hauptrogenstein der Zingelen (Prof. 19).

Das Westende der Zingelen-Klippen ist, verglichen mit der Klippe von Schiltholz, durch eine Querstörung nach N vorgerückt. Von dem Vorhandensein der Verwerfung überzeugt man sich leicht. Der Unt. Dogger und Hauptrogenstein des Schiltholz-Kammes steht fast senkrecht. Im Liegenden folgen beim Gehöft Hinter Beinwilberg Callovien und Argovien (30—40° NNW) (Prof. 20). Das Callovien stößt im O an den Hauptrogenstein im Westwaldsaum von Hagliberg. Auf sein liegendes

Callovien-Argovien trifft man erst S in einem SW-Zipfel über dem Gehöft Vorder-Beinwilberg. Außerdem spricht für die Verwerfung die überkippte Lagerung der Schichtserien. Diese führt zu einem vollständigen Ausbrechen des Südschenkels und zu ausgedehnten Rutschungen im Argovien. Deshalb sieht man auf der Straße Vord. Beinwilberg-Lindematt Unt. und Mittl. Sequan nur in vereinzelten Blöcken aufragen, und häufig stoßen Molasse und Argovien zusammen. In der Farisberg-Kette tritt bei Altermattsberg—Schinboden eine Verwerfung aus, die zu der „Beinwilbergverwerfung" vielleicht in Beziehung steht.

Im W der Querstörung beobachtet man nichts mehr von den beiden Schollen. Hier treten wieder normale Verhältnisse ein (Prof. 21). So haben wir den Hauptrogensteinkamm von Schiltholz [mit einer Abnahme des Schichteneinfalles von O nach W von 80° S—35° S N Hint. Beinwilberg]: die Callovien-Argovienkombe vom Hint. Beinwilberg und den Unt. Sequangrat des Großmattwald—Judenkopf (85° S).

Zusammenfassung der Tektonik des Südschenkels.

Der Südschenkel der Passwangkette ist nur an drei Stellen: im O im Sonnenbergli, in der Mitte zu beiden Seiten der Limmernschlucht, im W im Hint. Beinwilberg ungestört gebaut.

Zwischen diesen drei Stellen liegen zwei Stücke anormalen Baues: im O Oberer und Unterer Helfenberg, im W Wiechtenegg-Hagliberg. In diesen beiden Teilen brach der Südschenkel infolge von Querstörungen zusammen. Das östliche Störungsgebiet wird von der „Bilsteinberg"- und Hauberg-Schwänglenverwerfung" begrenzt. Daneben treten noch sekundäre Störungen auf, die diese Scholle weiter zerstückelten. Die „Hagliberg-Wiechtenegg-Scholle" wird von dem normalen westlichen Schenkel durch die „Beinwilbergverwerfung" losgetrennt. Im O bei Rodisegg ist die Trennungslinie der Scholle nicht so deutlich, doch findet man hier verschiedene kleinere Störungen, die sich vielleicht in einer Flexur O Wiechtenegg nach N fortsetzen. So lassen sich auch hier mehrere Schollen unterscheiden. Mit dem Auftreten der Querstörungen fallen die ausgedehnten Ueberkippungen der Schichten und die Ausbrüche der Malmschichten auf dem Südschenkel S Vorder Hauberg und S Vorder Beinwilberg zusammen. Aus dem Nordschenkel der Farisbergkette treten an entsprechenden Stellen Querstörungen auf, die wohl zu den im Südschenkel der Paßwangkette beobachteten in Beziehung stehen.

Zwischen Wiechtenegg und Hagliberg verfolgt man auf einer Strecke von gut 2 km eine Scholle mit S-fallendem Dogger und eine andere mit N-fallendem Dogger und Unt. Malm. Die erste ist ein Teil des normalen Südschenkels, von dem an einer Längsverwerfung unter muldenartigem Einbiegen der Schichten die andere Scholle abbrach. Das flache N-Einfallen und die überkippte Lagerung der zweiten Scholle setzen sich wohl nicht bis zu großer Tiefe fort, sondern gehen dort wohl in ein S-Einfallen und normale Lagerung über. Diese Erscheinungen erklären sich aus dem Zusammenbrechen des Südschenkels. In kleinerem Maßstabe beobachtet man dasselbe beim Vord. Hauberg.

15. Die aufgebrochene Passwangantiklinale.

Geologisch und orographisch zerfällt die aufgebrochene Passwangantiklinale durch die beiden Plateaus von Mittl.-Ober Barschwang und Soolmatt-Haubergweid

in fünf Abschnitte. Das Barschwang-Plateau wird von Unterem Dogger, das Soolmatt-Hauberg-Plateau von *Opalinus*-Tonen und Lias gebildet. Außerdem tritt in diesem unter Einfluß von einer Längsstörung Keuper auf. Zwischen diesen beiden Wasserscheiden liegen die Abschnitte Schilt-Unt. Barschwang, Wiechten-Wust, Kunisrüti-Dürrenberg, in denen die Erosion *Opalinus*-Tone-Muschelkalk freigelegt hat. Muschelkalk wird nur im letzten Abschnitt unter Einfluß verschiedener Störungen sichtbar. Deshalb werde ich ihn gesondert behandeln.

d) Schilt—Limmern—Soolmatt—Haubergweid (Prof. 21—4). Die „Beinwilbergverwerfung" läßt sich nur bis zum Lias N Schiltholz verfolgen. Man steht hier noch im Streichen des Unt. Dogger der Zingelen-Scholle. Von hier ab verläuft jene vermutlich als SO/NW-Bruch schief durch die Antiklinale zum Nordschenkel.

Für ihr Vorhandensein sprechen folgende Dinge:

1) Die Bedeckung mit Hauptrogensteinschutt und die Rutschungen in den *Opalinus*-Tonen sind bedeutend; 2) Keuper und Lias des Südschenkels liegen in höherem Niveau als die gleichen Schichten des Nordschenkels (Prof. 20); 3) ca. 10 m oberhalb W Schiltloch hören Lias und grüner Keupermergel (50° NNO) plötzlich auf und fehlen O Schiltloch; 4) Hauptrogenstein-*Varians*-Schichten des Kessliloch zeigen bei Kneu eine sehr deutliche Störung (Prof. 21) (S. 47).

Die Wiesen zwischen dem Unt. Barschwang und Ob. Wiechten werden von *Opalinus*-Tonen gebildet (Prof. 19/18). Doch erfahren sie im Plateau zwischen Mittl. Barschwang und P. 1111 eine Einschnürung und werden von Bajocien bedeckt (Prof. 17/16). Verwerfungen sind nicht nachzuweisen. So lassen sich auch die Störungen O Wiechtenegg nicht über das Bajocien hinaus verfolgen (Prof. 15, 14).

Das ändert sich zwischen Klusersgut und dem Hint. Hauberg, da hier mit Hilfe der Liaskanten und des Gegensatzes von Rhät- und Keuperboden mancherlei Störungen zu erkennen sind. Der Lias-Rhätgrat der Viehhütte 898 S Klusersgut (80° S) erleidet wenig NO der Hütte eine Unterbrechung. Nunmehr bilden Keupermergel die O-Fortsetzung des Grates, und Rhät-Lias treten in einem neuen Grat (Wald weiter S) (60° S) auf. In ihrem Streichen findet man W *Opalinus*-Tone (Prof. 13). Ein zweiter, untergeordneter Sprung quert diese neue Liaskante wenig östlich (ein in den Wald eingreifender Wiesenzipfel). Von hier ab zieht die Lias-Rhätkante (60° S) ohne Unterbrechung SO bis Schwarzmatt.

Der mit Tannen und Buchen bestandene Grat SO Klusersgut besteht aus Lias-Keuper. Sein Lias (75 NO) ist bis zum Bach zu verfolgen. Von Klusersgut zieht, von diesem Grat durch eine Keuperdepression getrennt, in O-Richtung nach Ob. Limmern ein zweiter Liasstreifen. Jedenfalls ist der S-Grat an einer Verwerfung abgesunken, während der nördliche zum normalen Nordschenkel gehört (Prof. 12). Doch auch er wird W Ob. Limmern von einer Verwerfung zerschnitten. Hier greift ein Tälchen von S nach N vor. In ihm werden *Opalinus*-Tone sichtbar, und an seinen Talflanken treten die gegeneinander verschobenen Liaskanten auf. Ich vermute, daß die an den drei Stellen beobachteten Störungen ein und derselben SW/NO-Verwerfung ihr Dasein verdanken (Prof. 13—11).

Der Grat S Klusersgut wird auch im S von einer Verwerfung begrenzt, denn hier treten neben den Lias-Keupermergeln seines Südhanges im Bach Lettenkohlenmergel auf (80° S) (Prof. 12).

Mit dem SO-Verlauf dieser Verwerfung über Unt. Limmern haben wir uns nun zu beschäftigen. Hier fehlen leider zunächst die rettenden Liaskanten, doch deuten weitgehende Rutschungen in den *Opalinus*-Tonen, denen z. B. auch 1881 die Viehhütte N Unt. Limmern zum Opfer fiel, auf ihr

Vorhandensein (Prof. 11, 10). O Unt. Limmern quert man am Wege Gennetenkapelle-Ramisgraben zweimal eine Liaswaldkante (60° SW), die durch einen Wiesenstreifen mit Rhät, Keupermergeln und *Opalinus*-Tonen getrennt sind (Prof. 9). Beide Schollen sind nach NW und SO zu verfolgen. Im Ramisgrabener Bach ist der N-Streifen von den *Opalinus*-Tonen bis zum Keuper (80—90° NO) und im Schwarzmattbach der S-Streifen mit Keuper bis Lias (55—60° SW) aufgeschlossen. O des Schwarzmattbaches ist der S-Liasstreifen nicht zu verfolgen. Er wird durch die „Limmernverwerfung" abgeschnitten; die wohl in die „Hauberg-Schwängelenverwerfung" übergeht (Prof. 8—6). Der N-Lias ist mit Unterbrechungen bis zum Wustbach zu verfolgen und bildet dann das Dach des Liasgewölbes der Soolmatt—Hint. Hauberg (Prof. 8—6). Das Lias-Keupergewölbe wird also von der SO/NW-Limmernverwerfung" der Länge nach zwischen Klusersgut und Schwarzmatt geschnitten, und sein Dach brach an beiden Punkten ein.

Im W und O des Ramisgrabener Wassers sieht man ein geschlossenes Keupergewölbe, dessen Dach auf größere Strecken von Rhät gebildet wird (Prof. 9—7). Bei dem Pferdestall 820 WSW Ramisgraben trifft man in diesem Kern auf eine abgesunkene Liasscholle, die sich in der Isohypse nach NO verfolgen läßt. Vielleicht ist sie nur auf Rutschungen in den Keupermergeln oder Auslaugung von Keupergips zurückzuführen. So sieht man bei dem Pferdestall Keuperdolomite (25° SW) und Unt. Lias (25° NO) zusammenstoßen (Prof. 9) und beobachtet NW Ramisgraben (unter einzelstehendem Obstbaum) vom Liegenden zum Hangenden zweimal die Schichtserie Keuper-Unt. Lias (Prof. 8). Beide Liasbänder werden durch die „Egg-Kellenköpfliverwerfung" abgeschnitten, die wohl weiter SO durch das Liasgewölbe der Soolmatt hindurchsetzt.

Im Hauberg-Soolmattplateau versteckt sich ein doppeltes Liasgewölbe. Das südliche „Schattenweidgewölbe" ist ziemlich vollständig erhalten. Sein Südschenkel (Lias-Keuper) (20–35° SW) folgt dem Hauberger Wasser (Prof. 8–5), sein Nordschenkel (Lias) (50° NO) dem schmalen Waldstreifen OSO Ramisgraben (Prof. 7). Dagegen sind die Liasschenkel des nördlichen „Soolmattgewölbes" nur unvollständig erhalten. Doch erkennt man auch seinen Gewölbebau noch deutlich im Rhät und Keuper W des P. 1015.

Dort, wo die schmale Waldzunge OSO Ramisgraben mit dem Gehölz W 1015 verschmilzt, sieht man Liaskalke mit 50° NO und 30° SW zusammenstoßen. Zwischen beiden Kalkkomplexen geht eine Senke hindurch, in der jedenfalls eine Verwerfung verläuft. Der Südschenkel des nördlichen Gewölbes liegt nämlich in höherem Niveau als der Nordschenkel des südlichen. Im Liegenden beider folgt Rhät und Keuper. Lias-Keuper nehmen bei ihrem NO-Verlauf immer flachere Lagerung an (W. 1015 in der höchsten Lage des Waldsaumes 10° SW) (Prof. 7 -6). Dann senken sich die Schichten wieder nach NO und bilden den Nordschenkel des „Soolmattgewölbes" (20—25° NO). Zum letzten Mal sieht man seinen Mittl. Lias am SW-Abhang der Höhe 991 unter einer großen Weidtanne anstehen (40° NO).

O Soolmatt decken *Opalinus*-Tone dieses Liasgewölbe ein (Prof. 6, 5). Das Dach des „Soolmattgewölbes" besteht bis Bilstein aus Lias. Auf seinem Nordschenkel werden unter Einfluß der „Bilstein-Kellenbergverwerfung" (S. 55) Keuper und Rhät freigelegt und sind von Lias so gut wie ganz entblößt (Prof. 6—4).

Am Ostende der beiden Liasgewölbe quert man zwischen Mittl. Bilstein und der Viehhütte 961 S-fallende Keuper-Liasschichten. Am Wege vom Mittl. Bilstein sieht man unter dem Gehölz mit Rhätboden Keupersteinmergel mit schwachem N- und S-Fallen. Dann folgen bis Vieh-

hütte 961 nur S-fallende Schichten (10°–45° SW) (Prof. 3). An dem breiten Feldwege oberhalb der Viehhütte 961 stößt man wieder auf Rhät und grüne Keupermergel und unter einer Ahorngruppe auf Lias (15° SW) (Prof. 4). Diese Schichten gehören einer höheren Scholle, als der zwischen der Viehhütte und Mittl. Bilstein, an und lassen sich bis zum Bach SW Kunisrüti verfolgen (25° SW; 35—40° SW)[1]). Zwischen den beiden Schollen verläuft ein Längsbruch durch die Antiklinale und erklärt vielleicht auch gleichzeitig das Auftreten des doppelten Gewölbes bei Soolmatt-Schattenweid.

Im O scheint dieses nicht mehr vorzuliegen. Hier sieht man zwischen dem Mittl. Bilstein und der Viehhütte 961 ein ziemlich vollständiges N-Gewölbe. Von dem südlichen fehlt aber der Nordschenkel, und man begegnet hier an seiner Stelle nur drei SW einfallenden Schollen. Deshalb meine ich, daß im O zwischen Kuniweid und Mittl. Bilstein nur ein Gewölbe vorliegt. Sein Kern brach zwischen Mittl. Bilstein und Viehhütte 961 ein. Sein Nordschenkel ist infolge eines Längsbruches unvollständig erhalten, und sein Südschenkel ist durch einen Längsbruch und zwei Querbrüche in drei SW-fallende Schollen zerstückelt (Prof. 4, 3).

Mit der Annahme eines die Antiklinale schneidenden Längsbruches ist auch das doppelte Gewölbe der Soolmatt und Schattenweid erklärt. Auf der Haubergweid stoßen *Opalinus*-Tone und Lias zusammen. Weiter im W unterscheidet man zwischen Soolmatt und Hauberg zwei Liasrücken (Prof. 5, 6). Am Westende des Plateaus enthüllt sich uns der Kern dieser Rücken in Gestalt zweier Gewölbe. Das S-Gewölbe ist vollständig erhalten; vom nördlichen sind die Schenkel reduziert. Der Südschenkel des N-Gewölbes liegt in höherem Niveau als der Nordschenkel des südlichen. Auch der N-Liasrücken des Soolmatt-Plateaus liegt in höherem Niveau als der südliche. So ist hier offenbar im Gegensatz zum O das S-Gewölbe an dem OSO/WNW gerichteten „Soolmattbruch" abgesunken. Dieser ist längs des Waldstreifens OSO Ramisgraben als Grenzlinie von Lias und Keuper zu verfolgen. NO Ramisgraben erleidet er durch den wichtigen, NO/SW gerichteten „Ramisgrabener Bruch" (S. 51) eine Unterbrechung und findet dann wohl in der „Egg-Kellenköpfliverwerfung" seine Fortsetzung (S. 53). Das Doppelgewölbe erklärt sich nur als eine Schleppungserscheinung beim Einbruch des Gewölbedaches.

e) Kunisrüti—Dürrenbergweid (Prof. 3—1). Auf der rechten Bachseite folgt über dem Lias im Bach SW Kunisrüti Rhät und in einem isolierten Weidengebüsch Lias (35—40° SW), die einer zweiten Scholle des zerstückelten Südschenkels angehören. Auf eine dritte stößt man in einem kleinen, von Kuniweid herabsteigenden Tälchen. Hier stehen im Streichen des Lias auf der rechten Talseite rote Keupermergel an. Ihr hangender Rhät (unter Tannen) und Lias (beim abgerissenen Haus) fällt in das Streichen der *Opalinus*-Tone der linken Talseite. Wir haben es hier mit der NO-Fortsetzung der „Helfenbergverwerfung" zu tun. Auch die *Murchisonae-Sowerbyi*-Schichten S Kuniweid lassen in den beiden Waldecken dieselbe Verschiebung erkennen. So stoßen infolge der „Helfenbergverwerfung" folgende Schichten zusammen:

im W:	Hauptr.	*Sauz.*-Sch.	*Sow.-Murch.*-Sch.	*Opalinus*-Tone	Lias	Rhät
im O:	*Sauz.*-Sch.	*Sow.-Murch.*-Sch.	*Opalinus*-Tone	Lias	Rhät	Keuper

Zwischen Dürrenberg und Kuniweid ist der Südschenkel normal gebaut (Prof. 2, 1). Das

1) Bach nicht auf der Karte: Isohypse und Wiese greifen tief in den Wald ein.

Gebiet zwischen Dürrenberg und Vord. Frenke ist aufschlußlos und mit Detritus sämtlicher Schichten aufgefüllt.

Der Kern der aufgebrochenen Antiklinale besteht aus Ob. Muschelkalk und *Trigonodus*-Dolomit (Prof. 2, 1). Beim Gehöft Kunisrüti liegt der Gewölbekern mit deutlicher Umbiegungsstelle (oberhalb der in den Berg eingreifenden Straßenschleife). Im S legt sich auf den Muschelkalk der Keuper der Dürrenbergweid. Im N wird der Muschelkalk vom Dogger des Bilstein-Plateaus durch die „Kunisrüti-Bilsteinverwerfung" getrennt (Prof. 1). Im NW schneidet die „Helfenbergverwerfung" den Muschelkalk ab und ließ Keuper einsinken.

Zusammenfassung der tektonischen Verhältnisse der „aufgebrochenen Passwangantiklinale".

Die Schichten von Bajocien bis zum Ob. Muschelkalk sind in der Antiklinale durch Erosion freigelegt. Ob. Muschelkalk und Kohlenkeuper konnte die Erosion nur durch das Zusammentreffen mehrerer Störungen entblößen. Im W wird die Antiklinale anscheinend von der Beinwilberg-Schiltverwerfung" geschnitten, die vom Südschenkel auf den Nordschenkel übertritt. Die Verwerfungen sind nur mit Hilfe der Liaskanten mit Sicherheit zu verfolgen. Zwischen Klusersgut und dem Vord. Hauberg schneidet eine Längsstörung „Hauberg-Limmernverwerfung" durch die Antiklinale. Außerdem sind die Liasschenkel von verschiedenen Querstörungen betroffen.

Zwischen Ramisgraben und W Kunisrüti streicht die „Soolmatt-Haubergweidverwerfung" durch das Gewölbe, die im O den Kern des Gewölbes (Gehölz S Mittl. Bilstein) und im W den Südschenkel (Schattenweid-Haubergweid) einsinken ließ. Im O ist der Kern N noch von der „Kellenberg-Bilstein-Kunisrütiverwerfung" begrenzt, und ist der Südschenkel durch zwei Querstörungen in drei Schollen zerstückelt. Die wichtigere ist die „Helfenbergverwerfung", die auch den Muschelkalkkern im NW begrenzt. Im W (W. 1015) rief die „Soolmatt-Haubergverwerfung" infolge von Schleppungserscheinungen einen doppelten Gewölbebau („Soolmatt"- und Schattenweidgewölbe") hervor. Diese Verwerfung setzt an der „Ramisgrabener Querstörung" ab und in der „Egg-Kellenköpfliverwerfung" fort.

16. Der Nordschenkel der Passwangkette.

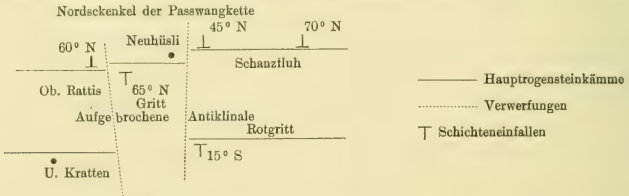
In zwei Abschnitte zerfällt der Nordschenkel: in den normal gebauten Nordschenkel zwischen dem Bogenthal und der „Hint. Wasserfalle" und in das Einbruchsgebiet zwischen Egg-Kellenköpfli und Neunbrunnweid-Bilstein.

f) Bogenthal—Hintere Wasserfalle (Prof. 21—11). Aehnliche Verhältnisse wie bei Wiechtenegg-Zingelen (S. 42) und am Vord. Hauberg (S. 39/40) liegen bei Kneu vor, die vielleicht mit der NW-Fortsetzung der „Beinwilberg-Schiltlochverwerfung" zusammenhängen. Man quert auf dem Wege vom P. 823 zur Wiese Kneu Bajocien (45° N), dann Hauptrogenstein und *Ferrugineus*-Schichten (70° N) und am Fußweg im SW-Zipfel der Wiese *Varians*-Schichten-Hauptrogenstein (70° N). Auf den Wiesen von Kneu hat man flach S-fallende *Varians*-Schichten anzunehmen; denn man stößt in den Felsen NW der kleinen Wiese auf Hauptrogenstein mit flachem S-Fallen (15° S). Diese Lagerung entwickelt sich längs des Wiesenrandes aus den steilgestellten Schichten des Kessli-

loch (von O nach W 70° S, 50° S, 15° S). Doch liegt der Hauptrogenstein des Kessliloch deutlich N des Hauptrogenstein der Höhe 903.

In dem Tälchen am SO-Ende der Wiese verläuft vielleicht die die beiden Hauptrogensteinbänder trennende Verwerfung. Bei Kneu sieht man also deutlich, wie ein steilgestellter Schenkel von einer Verwerfung schief getroffen und zerrissen wird; wie die zunächst steilgestellten Schichten der absinkenden Scholle allmählich ein verkehrtes, überkipptes, flaches Einfallen annehmen, und dadurch eine Art von scheinbar primärer Einmuldung im Schenkel hervorgerufen wird.

Eine sehr deutliche doppelte Blattverschiebung fiel mir bei einer Exkursion im Nordschenkel S Neuhüsli auf. Der Hauptrogenstein der Schanzfluh bricht O Neuhüsli ab (45° N). Seine Fortsetzung findet man erst, mit Bajocien im Liegenden, S Neuhüsli N vom Gehöft Gritt (65° SO). Aber auch diese Felswand setzt nicht nach W fort. Man findet erst wieder S beim P. 811 NO Ob. Rattis Hauptrogenstein und Bajocien (60° NW). In diese drei Kulissen ist der Nordschenkel durch zwei Verwerfungen zerschnitten, die offenbar auch durch die Antiklinale zum Südschenkel hindurchsetzen; denn erstens ist die Antiklinale S Neuhüsli fast auf die Hälfte ihrer östlichen Breite reduziert. Zweitens liegen im Streichen des Bajocien und Hauptrogenstein der Rotgritt Keupermergel, und ist der Hauptrogenstein NO Unt. Kratten weit nach S verschoben. So gilt vielleicht folgendes Schema:



Auf der Strecke Kessliloch—O Hint. Wasserfalle konnte ich keine Störungen nachweisen.

Im Schwangwald-Vogelberg ist der Hauptrogenstein auf weite Strecken freigelegt (Prof. 19—15) (40—15° NW). NO Mittl. Barschwang geht das Streichen vom westlichen SO-Streichen in das östliche SW-Streichen über. Die Drehung vollzieht sich wenig O des Fußweges Ob. Barschwang—Viehhütte 1169; doch ist der eigentliche Drehpunkt nicht aufgeschlossen. Der Hauptrogenstein von Schwang und Vogelberg (ca. 30° N) biegt mit der Annäherung an das Bogenthal ziemlich plötzlich steiler zur Tiefe um (Bogenthal 55—65° NO) (Prof. 16, 14).

Das Bogenthal bis zur Vogelberghöhe und das östliche Tal bis zur Hint. Wasserfalle sind deutlich ausgeprägte Isoklinaltäler. Am schönsten ist sein Bild vom Gipfel des Kellenköpfli (Taf. V, Fig. 1). Auf die aufgebrochene Hauptrogenstein-Antiklinale (Wiechtenegg—Passwang) folgt eine breite Callovien-Argovienkombe, die nahe dem Paß der Vogelberghöhe eine deutliche Zweigliederung durch den Dalle nacrée-Birmensdorfer Kalkgrat erfährt. N wird diese Doppelkombe durch die Kante der Unt. Sequankalke begrenzt, die zur Synklinale von Bürten überleitet.

Der Hauptrogensteinkamm macht O Passwang eine Drehung vom SW- zum SO-Streichen, die

sich im Sequan und Argovien erst NW Hint. Wasserfalle vollzieht. Diese Asymmetrie im Verhalten von Dogger und Malm beobachtet man auch sonst. Sehr deutlich ist sie NO Mittl. Barschwang: hier dreht sich das Streichen vom Hauptrogenstein von SW nach SO (S. 48); dagegen streicht das Sequan zwischen Hint. Wasserfalle und dem Bogenthal fast unverändert WSW/ONO.

Am Südfuß der Hauptrogensteinklippe „Hintere Egg" brechen Unt. und Mittl. Sequankalke ab, und werden Effinger Schichten durch die Senke zwischen den Hauptrogensteinmassiven „Hint. Egg" und „Kellenköpfli" abgeschnitten. Nur Birmensdorfer Kalke—Hauptrogenstein scheinen ohne Unterbrechung in den entsprechenden Schichten des O-Teiles der Wasserfallenweid fortzusetzen.

g) Egg—Kellenköpfli—Dürrenberg—Neunbrunnweid—Bilstein (Prof. 11—1). Wir kommen damit zu dem wichtigsten Abschnitt, um den in der Literatur schon so mancher Kampf ausgefochten ist. Ich will zunächst historisch auf die wichtigsten verschiedenen Ansichten über den Bau dieses Gebietes eingehen; dann die nackten Tatsachen schildern und endlich kritisch die Meinungen meiner Vorgänger betrachten.

Mühlberg (42—44), Rothpletz (70), Greppin (14; 15), Rollier (65), Steinmann (74) haben sich mit diesem Teil befaßt und ihn zum Vergleich mit dem Klusengebiet von Oensingen-Mümliswil herangezogen.

Mühlberg begründete 1894 zum erstenmal ausführlicher seine Ansicht von der Ueberschiebung des Südschenkels der Passwangkette über den tiefer liegenden Nordschenkel. Er faßt (42, 471) die Hauptrogensteinkämme der Hint., Vord. Egg und des Kellenköpfli „als den abgescherten und in zwei Staffeln nach N vorgeschobenen oberen Teil des Nordschenkels der Kette, oder als den Stirnrand des Rogensteins des Südschenkels der Passwangkette "auf, „welcher sogar über den Nordschenkel des Malm in dieser Kette hinübergeschoben und dann durch Totalerosion des Mittelstückes des Südschenkels von diesem isoliert wurde" (42, 471). Analog den Klusen sollte auch hier die weitgehende Erosion in der „Halbklus Limmern" eine Unterschiebung ermöglicht haben (42, 471). In ähnlicher Weise erklärt Mühlberg die Verhältnisse bei Neunbrunn. Hier ist „der nördliche Teil des Südschenkels . . . . sogar über den Malm des nördlich davorliegenden Muldenkerns hinübergeschoben" (42, 481). Das sind die Kernpunkte der Mühlbergschen Theorie, an der er auch in späteren Arbeiten und Profilen festhält (s. Textfig. 4b, f).

So weit Professor Mühlberg! Eine neue Deutung erfährt das Klusen-Neunbrunnproblem durch Rothpletz (1894). Auch er faßt das Kellenköpfli als eine Ueberschiebungsklippe auf, doch vermißt er in den Mühlbergschen Profilen eine Ueberschiebung im Süden. Er hält eine Ueberschiebung bei Schattenweid für sehr wahrscheinlich, „durch welche der Keuper des Südflügels auf den Lias und Dogger des Nordflügels des Passwanggewölbes geschoben worden ist" (70, 73). Diese Ueberschiebung macht sich auch bei Kunisrüti bemerkbar, wo der Dogger des Bilstein durch den Helfenberg, d. h. den Muschelkalk von Kunisrüti, überschoben sein soll (s. Textfig. 4c). Rothpletz erklärt die Ueberschiebungen oder „besser gesagt Unterschiebungen" aus ursprünglich flachen, „spitzwinklig zur Druckfläche orientierten Längsspalten" (70, 84).

Schon auf der von Professor Mühlberg geführten Exkursion (1894; 42, 466) hielten einige Teilnehmer den Hauptrogenstein von Bilstein für den „liegenden Mittelschenkel einer überschobenen und durch die Erosion größtenteils wieder zerstörten Falte" (42, 466). Diese Ueberzeugung hatte Greppin 1891 schon gewonnen und sie 1894 zum erstenmal auseinandergesetzt. Er sieht in den Verhältnissen an der Neunbrunnfluh und am Steinenberg „eine

Sekundärfalte des Nordschenkels der Passwangkette“ (14, 136), die sich infolge „einer lokalen Senkung des Schichtsystems des Argovien und Sequan“ bildete. Die Verhältnisse bei Kunisrüti erklärt er mit einer steilstehenden Verwerfung, an welcher der ganze Nordschenkel in die Tiefe sank (14, 137).

1895 erweitert Greppin diese Ansicht durch die Annahme einer Anlage von fünf Falten zwischen Langenbruck und Waldenburg, namentlich im Hauptrogenstein: zwei größeren „Passwangkette“ und „Vorburgkette“ und zwischen beiden von drei kleineren Falten (15, 177, f. 1, 2). Ihre beiden südlichen legen sich nach N über und „machen nach und nach zwischen Wasserfalle und Schönthal alle Phasen durch, von der aufrechten Falte weg bis zur Faltenverwerfung mit Ueberschiebung“ (15, 177) (Reste in Kellenköpfli und Egg). Das dritte kleinere Gewölbe fehlt nach der Egg zu und geht bei Neunbrunn in die „nach N überliegende Schellenbergfalte“ über, wobei der Mittelschenkel stark reduziert wurde und in den „geologisch älteren Schichten“ zerriß (15, 177) (s. Textfig. 4d).

Rollier wendet sich 1898 gegen die Mühlbergsche Annahme „eines übertriebenen Ausmaßes von Faltung“ nur im Dogger. „Man kann ebensogut die Ueberschiebungsklippen aus allmählichen Gleitungen von Felsmassen ableiten, die während der Faltung und Erosion der in Frage stehenden Ketten losgerissen wurden“ (65, 172). Dementsprechend konstruiert er seine Profile (t. 4, f. 17—23) und gibt in ihnen auch die Stellen an, welche die Klippen vor der Erosion einnahmen (65, 172 u. 181/82). Die Verhältnisse bei Neunbrunn erklärt Rollier mit einer „liegenden Falte“ (65, 187, t. 4. f. 23—26, Details t. 5). Bei Kunisrüti nimmt er eine schief einfallende Verwerfung an (s. Textfig. 4e, g).

Professor Steinmann geht 1902 auf dieses Gebiet zwar nicht ein; doch stellte er mir freundlicherweise eine Karte mit einigen Aufzeichnungen in meinem Gebiete zur Verfügung, nach denen er die Verhältnisse am Kellenköpfli, wie in den Klusen, auf Verwerfungen zurückführt.

Ich selbst kann nach meiner mehrmonatlichen Aufnahme von allen Erklärungsversuchen der Tektonik dieses viel umstrittenen Gebietes allein den von Steinmann angebahnten Weg für richtig halten. Zu einer über allen Zweifel erhabenen Gewißheit können einem wegen der starken Schuttbedeckung an allen kritischen Stellen erst technische Bauten, so z. B. eine Fortführung des begonnenen Wasserfallentunnels, oder vielleicht schon die Trace der geplanten elektrischen Bahn Waldenburg—Balsthal, verhelfen.

α) Hint. und Vord. Egg, Kellenköpfli (Prof. 11—6). Das Massiv der Hint. Egg und des Kellenköpfli besteht aus Hauptrogenstein. S davon haben wir einen dritten NW/SO streichenden Hauptrogensteingrat, in dem sich anscheinend der normale Nordschenkel des Passwang fortsetzt. Das Einfallen der Schichten des „Egggrates“ schwankt im Südsaum der Hint. Egg zwischen 30—50° NO, in dem der Vord. Egg zwischen 40—55° NO (s. Karte). Im Nordsaum des Egggrates ist das Einfallen durchweg steiler und wächst von 35° NO im W auf 70° NO im O (s. Karte). Auch im Kellenköpfligrat“ steigt das Einfallen, abgesehen von einer Verstürzung der Schichten am Fuße des Kellenköpfli, von W nach O (35—80° NO; s. Karte). Endlich ist das Einfallen im südlichsten Grat N Ramisgraben, kurz „Ramisgrabener Grat“, steiler und schwankt gleichfalls (50°—80° NO (s. Karte). Der „Egggrat“ wird überwiegend von Hauptrogenstein gebildet, doch sind gelegentlich auch *Ferrugineus*-Schichten-Argovien nachzuweisen. „Egggrat“ und „Kellenköpfligrat“ werden von Unt. Dogger (*Opalinus*-Tone, Bajocien) getrennt.

Zwischen Kellenköpfligrat und Ramisgrabener Grat verfolgen wir etwa bis zur Klippe 1020[1]) Callovien-Birmensdorfer Kalke im Hangenden des Ramisgrabener Hauptrogenstein und Bajocien im Liegenden des Kellenköpfli-Hauptrogenstein. O der Klippe 1020 wird die ganze Wasserfallenweid überwiegend von Bajocien und untergeordnet von *Sowerbyi-Murchisonae*-Schichten gebildet. Der Unt. Dogger des Ramisgrabener Grates ist wegen der starken Ueberrollung mit Hauptrogensteinschutt kaum aufgeschlossen und wird erst nach dem Ramisgrabener Bach zu sichtbar.

Betrachten wir nun die drei Grate und ihr Verhältnis zueinander etwas eingehender! Der Hauptrogenstein der Klippe 1102 der Hint. Egg (30° NO; am SW-Fuß 60° SW infolge Verstürzung) ist zum Teil ein sehr feinkörniger, brauner, eisenschüssiger, zum Teil aber grobkörniger, heller, fast weißer, sequanähnlicher Kalk. Der Fuß dieser Klippe ist von einem breiten Hauptrogensteinschuttband umsäumt. Ca. 20 m W stößt man in etwas höherem Niveau auf Mittl. Sequan ohne deutliches Einfallen[2]). Das Sequan ist nach W als deutlicher Grat zu verfolgen. Es sind zum Teil weiße, kimmeridgeähnliche, dichte, zum Teil grobolithische, gelblichweiße Kalke (80° NO—60° SW). S davon zieht im Waldsaum eine Kante der Geisbergkalke (65° NO). Es sind gelblichweiße, stark zerklüftete, dichte Kalke, die, wie das Mittl. Sequan, mit der Annäherung an den Hauptrogenstein der Klippe 1102, wie mit dem Messer abgeschnitten sind. Dann setzt nach O die Ueberrollung mit Hauptrogensteinschutt ein; aber das von Mühlberg (42, 470, 482) beschriebene Untertauchen des Sequan unter den Hauptrogenstein ist nicht zu beobachten. Mir sprechen die geschilderten Verhältnisse nicht für eine Ueberschiebung, sondern für einen Bruch (Prof. 11). Ca. 12 m N oberhalb des Waldsaumes der Senke zwischen Egg und Kellenköpfli findet man Bajocien (Verwitterungsboden und einzelne Stücke); in der Senke (am Pförtchen) *Murchisonae*-Eisenoolith; N des Gipfels 1160 Versickerungstrichter der *Opalinus*-Tone und am Brunnenreservoir *Opalinus*-Tone mit Schwefelkiesknollen, Spatkalke der *Murchisonae*-Schichten und Knollen der *Sowerbyi*-Schichten. Hier stößt also Unt. Dogger mit Hauptrogenstein längs eines OSO/WNW-Längsbruches zusammen (Prof. 10). Dieser trennt auch weiter nach O *Opalinus*-Tone von Hauptrogenstein (Prof. 9, 8). So findet man am Ostende der Kellenbergweid im Liegenden des Hauptrogenstein der Vord. Egg ein normales Profil von Bajocien (über dem Weg), *Murchisonae-Sowerbyi*-Schichten (30° NO) (kleines isoliertes Gehölz unter dem Weg), *Opalinus*-Tonen (30° NO) bis zum Hauptrogenstein des Kellenköpfligrates. Die gesamten Schichten, namentlich die *Opalinus*-Tone, besitzen den normalen Habitus, ohne die geringste Spur einer stärkeren tektonischen Tortur. So ist auch die Mächtigkeit der Schichten die normale.

Interessanten Verhältnissen begegnet man im Ramisgrabener Bach. Das Streichen des Hauptrogenstein hat sich im O-Teil des Kellenköpfligrates nach S gedreht. Man mißt oberhalb des Baches S 75° O, 55° NO und im Bach S 22° O, 80° NO. Das gleiche Einfallen und Streichen beobachtet man auch in Bajocien[3]). Unmittelbar neben dem Hauptrogenstein sieht man in dem NW/SO verlaufenden Ende des Baches *Opalinus*-Tone. Wie erklärt man sich dieses anormale Streichen? Die einzige befriedigende Deutung ist eine Schleppungserscheinung an einer Verwerfung. Genau die gleiche Erscheinung beobachtet man am SO-Ende des Ramisgrabener Grates. In beiden Fällen ist die Ursache die bedeutende NO/SW „Ramisgrabener Querstörung", die in dem Tälchen parallel zum Ramisgrabener Wasser verläuft und das Keuper-Liasgewölbe der Soolmatt gegen den Dogger

1) Der Fußweg berührt den von S vorspringenden Waldsaum.
2) Wald etwas lichter mit einigen großen Fichten und Buchen.
3) Eine 45° NO einfallende Bank ist nur Erosionsfläche.

des Kellenköpfli und Ramisgrabener Grat abschneidet. Bajocien und Hauptrogenstein des „Kellenköpfligrates" sind O des Gehölzrandes nicht zu verfolgen. Auf der O-Talseite stößt man am Abhang der Höhe 991 auf Mittl. Lias (unter einer großen Weidtanne) (40° NO; S 80° O) und Unt. Lias — Grüne Keupermergel (unter einer Baumreihe). Der Dogger des „Ramisgrabener Grates" verschwindet ca. 20 m SO des Waldes unter einer Kante, und auf der O-Talseite stehen die bunten Keupermergel des Soolmattgewölbes an. Die Wirkung dieser Verwerfung äußerte sich an den SO-Zipfeln der beiden Schollen ungefähr so, als wenn man auf die überragende Ecke eines Papierstoßes einen heftigen Druck ausübt.

Folgen wir nun der Grenze zwischen Kellenköpfli- und Ramisgrabener Grat! Das Einfallen des Hauptrogenstein des Ramisgrabener Grates nimmt von der Klippe 1020 (80° SW) zum Ramisgrabener Bach hin ab (50° NO) (Prof. 7). Der größte Teil der Wasserfallenweid bis zur Klippe 1020 wird von Bajocien gebildet, wofür die dichte Vegetation der *Pteris aquilina* spricht. Erst bei der Klippe 1020 findet man wieder *Murchisonae-Sowerbyi*-Schichten (35° NO). Daneben liegt in der Waldecke Hauptrogenstein (oben 60° SW, unten 80° SW). Die Schichten machen trotz dieser nahen Berührung keinen gequälten Eindruck, und die gefundenen Fossilien sind unverzerrt. Das spricht für eine Verwerfung, nicht aber für eine Ueberschiebung (Prof. 8). Nach W tritt der Weg in Bajocien ein. Genau O der kleinen Viehhütte steht Bajocien am Wege ohne deutliches Einfallen an[1]). Dicht unter dem Wege (oberhalb einiger Sträucher und einer kleinen Kiefer) stößt man auf fossilreiche Birmensdorfer Kalke (65° NO); zum Teil sind es harte Brachiopodenkalke. Sämtliche Fossilien zeigen ganz normalen Erhaltungszustand. Wenig unterhalb folgt (unter hohen Kiefern) Dalle Nacrée (55° NO). Hier legt die Verwerfung also Bajocien und Birmensdorfer Kalke nebeneinander (Prof. 9).

Das kleine Gehölz der Viehhütte wird von Hauptrogenstein gebildet. Das ist offenbar nur eine abgestürzte Blockmasse, denn von O und W sind Birmensdorfer Kalke — Dalle Nacrée an seinen Fuß heran zu verfolgen, und außerdem wechselt sein Einfallen sehr. Es ist bald senkrecht, bald SW, bald flach NO, und die Schichtflächen zeigen deutliche Rutschflächen. S des Gehölzes sind die Callovientone auffallend reduziert. Ueber dem Gehölz zieht ein Wiesenstreifen, in dem jedenfalls Bajocien zu vermuten ist. Die Verwerfung trennt also auch hier wohl noch Birmensdorfer Kalke und Bajocien. Am Südfuß des Kellenköpfli würden Argovien und Hauptrogenstein zusammenstoßen (Prof. 10). Hier fehlen aber wegen der Ueberrollung mit Hauptrogensteinschutt und -blöcken die Aufschlüsse.

Auch diese „Wasserfallenweidverwerfung" wird wie die „Kellenbergweidverwerfung" von der NW/SO verlaufenden „Hint. Egg-Kellenköpfliverwerfung" abgeschnitten (Prof. 10). Mit ihrem SO-Verlauf haben wir uns nun zu beschäftigen.

Die Effinger Schichten der Wasserfallenweid sind nach O bis an den Waldsaum am Fuß des Kellenköpfli[2]) zu verfolgen. Im Waldsaum selbst sieht man nur Schutt von Argovien und Hauptrogenstein. Birmensdorfer Kalke und Dalle Nacrée stehen ca. 20 m SW vom Waldrand des Kellenköpfli entfernt an (50° NO) und streichen auf den Waldzipfel zu. Unmittelbar S unter dieser Waldecke findet man *Athleta*-Eisenoolith und Dalle Nacrée. Diese sind noch ein Stück O als saftig grünes Wiesenland zu verfolgen, das aber in der Mitte der Wiese[3]) eine deutliche Verschiebung von ca. 1 m erkennen läßt. Dadurch werden Birmensdorfer Kalk und *Athleta*-Eisenoolith im W neben

1) Blaugraue Sandkalke der *Sauzei*-Schichten und Knollen der *Blagdeni*-Schichten mit verkieselten Fossilien.
2) Hauptrogenstein am Gipfel 30° NO, am Fuß 60—80° NO oder SW.
3) Oberhalb des südlichen, von zwei Wiesenzipfeln begrenzten Waldzipfels.

Athleta-Eisenoolith und Dalle Nacrée im O gelegt. Eine ähnliche Verschiebung ruft die „Egg-Kellenköpfliverwerfung“ in *Varians*-Schichten, *Ferrugineus*-Schichten und Hauptrogenstein hervor. So fallen die *Varians*-Schichten oberhalb des dreieckigen Wiesenzipfels (55° NO) in das Streichen des Hauptrogenstein in den Klippen östlich desselben (unterhalb des isolierten Gehölzes 75—80° NO). Beim Abstieg auf dem Fußsteig zur Limmern (dreieckiger Wiesenzipfel) quert man zunächst den nach N verschobenen Hauptrogenstein (75° NO) des „Ramisgrabener Grates“ und dann etwas abwärts und W abseits des Weges Hauptrogenstein des „normalen Nordschenkels“ (30° NO). Seine Bajociencalke sind dicht am Waldrand und wenig W des Weges zu sehen (50° NO). Dagegen ist der Unt. Dogger des Ramisgrabener Grates durch Hauptrogensteinschutt verhüllt. Weiter O erfährt diese Scholle eine zweite Verschiebung. Der Hauptrogenstein der schon früher erwähnten Klippe 1020 springt nämlich weit N vor und fällt in das Streichen der W-*Varians*-Schichten. Im Bajocien ist die Verwerfung wegen der starken Ueberrollung mit Hauptrogenstein wiederum nicht nachzuweisen.

Die OSO-Fortsetzung der „Egg-Kellenköpfliververfung“ schneidet den Liasgrat SO der Viehhütte 890 ab (S. 45) und geht dann wohl als „Soolmattbruch“ bis Kunisrüti (S. 46). Doch setzt sie wahrscheinlich an der „Ramisgrabener SW/NO-Störung ab. Die Aufschlüsse genügen nicht, um darüber vollkommen Klarheit zu erhalten. Ueber das Vorhandensein der „Ramisgrabener Verwerfung“ besteht kein Zweifel, denn im O des Ramisgrabener Wassers sieht man Keuper und W *Opalinus*-Tone.

Ohne ihr Vorhandensein würde das Aufhören des Liasnordschenkels des Schattenweidgewölbes OSO Ramisgraben unverständlich sein. Von ihrer NO-Fortsetzung in dem SW/NO streichenden Tälchen und dem Verhältnis des Doggers des „Ramisgrabener“- und „Kellenköpfligrates“ zum Keuper und Lias des Soolmatt-Gewölbes war schon die Rede (S. 51, 52).

Kurz zusammengefaßt haben wir es also im Gebiet der Egg und des Kellenköpfli mit drei verschiedenen Hauptrogensteinkomplexen („Egggrat“, „Kellenköpfligrat“, Ramisgrabener Grat“) zu tun, die durch Unt. Dogger (*Opalinus*-Tone—Bajocien) der Kellenbergweid und Wasserfallenweid getrennt werden. Im W-Teil der Wasserfallenweid treten im Liegenden des Bajocien noch Birmensdorfer Kalke-Callovien als normales Hangendes des Hauptrogenstein des „Ramisgrabener Grates“ auf. Im SO-Teil fehlen diese Schichten. Ich halte im Gegensatz zu Mühlberg u. a. die Komplexe der Egg und des Kellenköpfli nicht für überschoben. Mir sprechen die angetroffenen Verhältnisse vielmehr für Verwerfungen.

So werden der „Egg“- und „Kellenköpfligrat“ durch die OSO/WNW verlaufende „Kellenbergweidverwerfung“ und der „Kellenköpfli“- und „Ramisgrabener Grat“ durch die OSO/WNW verlaufende „Wasserfallenweidverwerfung getrennt. Diese beiden Längsbrüche werden im W durch die NW/SO verlaufende „Hint. Egg-Kellenköpfliverwerfung“ und im O durch die NO/SW verlaufende „Ramisgrabener Verwerfung“ abgeschnitten. Der „Ramisgrabener Grat“ wird außerdem noch von einem untergeordneten zweiten SO/NW-Bruch zerschnitten.

β) Kellenberg—Neunbrunnberg—Bilsteinplateau (Prof. 6—1). Schon Mühlberg, Greppin u. a. weisen auf den analogen Bau des O- und W-Teiles hin und bringen beide miteinander in Einklang. Diesen Versuch halte ich für nicht ganz durchführbar, weil der Bau des O-Abschnittes wesentlich komplizierter ist. Wir beginnen die Betrachtung am besten im Osten

Das Bilstein-Plateau wird von einer Hauptrogensteinmulde gebildet, die O Vorder Bilstein regelmäßig gebaut ist und die W-Fortsetzung der Schattenweid-Weißweidmulde (O Vord. Frenke) ist (s. Fig. 2). — Diese besteht aus Hauptrogenstein-Argovien (8, 34), die Bilsteinmulde aus Bajocien-*Varians*-Schichten (Prof. 1, 2).

Hauptrogenstein steht im Kunisrütibach zum letztenmal dicht vor der Einmündung des rechten unteren Seitenbaches an (15° 20° NO) und entfernt sich dann, am Gehänge höher steigend, immer mehr vom Bach. Gleichzeitig wird unter ihm Unt. Dogger bis O P. 812 sichtbar (Prof. 1)[1]). Am O-Absturz des P. 812 steht man im Kern der Mulde. Hier stößt oberhalb eines kleinen, vom Kunigraben aufsteigenden Fußweges Hauptrogenstein mit 20° N und 15° S zusammen. Längs der Bilsteinfluh beobachtet man ein flaches S-Einfallen mit geringen Schwankungen. Auf dem Fußweg Neunbrunnweid-Bilstein-Plateau quert man Unt. und Ob. Hauptrogenstein (10°—15° S). *Ferrugineus*-Schichten bilden wohl den größten Teil des Untergrundes des Bilstein-Plateaus und tragen gelegentlich eine dünne Lage von Unt. *Varians*-Schichten. Man findet z. B. Spatkalk im östlichen Zipfel der Wiesen und namentlich im Kern der Mulde auf den Feldern bei Vord. Bilstein. Hier büßt die Mulde unter Einfluß einer sehr bedeutenden Störung von ihrer Vollständigkeit ein.

Die „Spittelmatt-Kunisrütiverwerfung" setzt quer durch die Mulde hindurch, schneidet sie vollständig ab und läßt schließlich nur noch den Nordschenkel in stark gestörtem Zustande bestehen. Zur Erläuterung müssen wir noch einmal nach O auf die O-Frenke-Seite zurückgehen. Ich sprach schon früher (S. 38) von der von Celliers beschriebenen „Krähegg verwerfung" (8, 31, 33), die den Südschenkel des Schönthal-Gewölbes (Passwangkette) quert. Sie setzt nach Celliers nicht bis zum Nordschenkel dieser Kette fort (8, 33). Andererseits vermutet er (8, 33), daß der Wechsel im Einfallen der Hauptrogensteinschichten östlich (32° NO) und westlich (86° NO) Schönthal durch diesen Querbruch hervorgerufen ist. Dem möchte ich beistimmen. Doch sind damit die Verhältnisse nicht genügend erklärt.

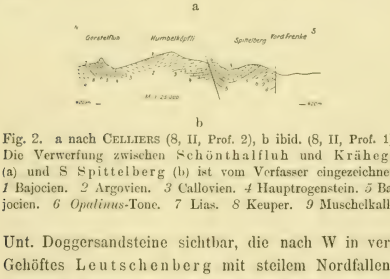


Fig. 2. a nach Celliers (8, II, Prof. 2), b ibid. (8, II, Prof. 1). Die Verwerfung zwischen Schönthalfluh und Krähegg (a) und S Spittelberg (b) ist vom Verfasser eingezeichnet. *1* Bajocien. *2* Argovien. *3* Callovien. *4* Hauptrogenstein. *5* Bajocien. *6 Opalinus*-Tone. *7* Lias. *8* Keuper. *9* Muschelkalk.

Zwischen Krähegg und Schönthalfluh erfährt nämlich die Passwangkette eine sehr auffallende Verschmälerung, die durch den „Krähegg querbruch" allein nicht hervorgerufen sein kann. Alles deutet vielmehr auf das Vorhandensein einer Längsverwerfung, die sich W der Vord. Frenke in der Spittelmatt-Kunisrütiverwerfung" fortsetzt (Fig. 2). Dafür sprechen folgende Beobachtungen. Unter dem steilstehenden Hauptrogenstein O Schönthal werden im Wege Unt. Doggersandsteine sichtbar, die nach W in verschiedenen Anrissen in der Wiese bis oberhalb des Gehöftes Leutschenberg mit steilem Nordfallen zu verfolgen sind. Im Streichen dieser *Sauzei*-Schichten findet man auf dem Grat W des Punktes 799 Rhät- und Unt. Liasmaterial. Weiter W wird

1) *Sauzei*-Schichten im Bach 25° NO, oberhalb des Baches auf einer von Wald rings umgebenen Wiese *Blagdeni*-Schichten-*Sowerbyi*-Schichten in Stücken.

am Südhang dieses Grates in einem kleinen Wiesenpfad Unt. Lias (55° S) und in der Gratschärfe selbst Rhät angeschnitten. N des Grates bilden *Opalinus*-Tone den Untergrund. Längs des Waldsaumes der Schönthalfluh wird Bajocien sichtbar. Die geschilderten Verhältnisse sprechen für einen Längsbruch, der den Nordschenkel der Passwangkette senkte, so daß *Opalinus*-Tone im tieferen Niveau als Rhät und Lias des Südschenkels liegen (Fig. 2a, b). Diese Verwerfung schneidet ungefähr beim P. 799 den Rhät-Liasgrat ab und legt in sein Streichen *Sauzei*-Schichten. O des Gehöftes Leutschenberg konnte ich die Verwerfung nicht verfolgen. Doch ist es wahrscheinlich, daß dieser Längsbruch und der Kräheggquerbruch sich gegenseitig aufheben oder ablenken.

Betrachten wir nun die Fortsetzung dieser Störung W Vord. Frenke! Auf der Spittelmatt hat man keinen Anhalt für den genaueren Verlauf der Verwerfung. Hier fehlt jeder Aufschluß wegen größerer Rutschungen in den *Opalinus*-Tonen und Keupermergeln.

Ein sicherer Nachweis gelingt erst wieder dort, wo die Verwerfung den Ob. Muschelkalk des Gehölzes S und O Kunisrüti abschneidet und die Bilstein-Doggermulde absinken läßt (Prof. 1). Den Wiesenuntergrund S des Bilstein-Plateaus bilden *Opalinus*-Tone. Wenig N Kunisrüti liegt der Hauptrogenstein des Bilstein-Plateaus fast in gleichem Niveau mit den Keupermergeln der Wiese W Kunisrüti. Zum letztenmal trifft man anstehenden Hauptrogenstein des Muldensüdschenkels kurz vor der Umbiegung des Weges zum Vord. Bilstein. In dem gleichen Niveau bilden die Keupermergel des Paßwangnordschenkels auf der anderen Wegseite den Untergrund (Prof. 2). Keuper liegt aber keineswegs über dem Hauptrogenstein, wie Mühlberg schreibt (42, 500).

Auf den Feldern zwischen Mittl. und Vord. Bilstein finden sich Unt. *Varians*-Schichten; bei Mittl. Bilstein aber schon Rhät und Unt. Lias. Hier liegt die Verwerfung also Rhät und Unt. Lias neben *Varians*-Schichten und später neben *Ferrugineus*-Schichten (Prof. 3, 4). Damit tritt die Verwerfung auf den Nordschenkel der Mulde über und zerstückelt diesen vollkommen.

Der Hauptrogenstein des Muldennordschenkels ändert kurz vor dem Westende der Bilsteinfluh sein flaches S-Einfallen (10—15° SW) in ein steileres (25° SW; 45° SW.). Ein steiles Einfallen herrscht auch in dem isolierten Gehölz der Viehhütte N Hint. Bilstein vor. Trotz der starken Zerklüftung findet man im Südsaum und Nordsaum des Gehölzes hinreichend Stellen mit einem Einfallen von 60—70° SW. Mühlberg hält die steileren Flächen für Kluftflächen und gibt ein Einfallen von 45° NO an. Dem stimme ich nicht bei. Man beobachtet ein solches nur einmal im Bach, wo es offenbar nur eine Erosionsfläche ist.

Vor dem NW-Saum dieses Gehölzes stößt man im Wege auf die SW fallenden bituminösen Uebergangsschichten des Unt. Hauptrogenstein. In einzelnen Blöcken läßt sich der Hauptrogenstein in NW-Richtung in einem Grat über die Viehhütte (946) bis zum kleinen Gehölz O Kellenberg verfolgen (Prof. 5). Hier greift von S eine sanfte Depression nach N vor und schneidet den Grat ab. Die Geländebeschaffenheit W bis zum Kellenberg spricht für *Opalinus*-Tone, die man leider nur unmittelbar beim Gehöft nachweisen kann. Sie finden sich auch in dem Tälchen S des Grates. An seiner Südflanke (unter drei großen Tannen) tritt ein eisenschüssiger blaugrauer, sandiger Kalk auf, der Unt. Lias, vielleicht aber auch nicht anstehender Unt. Dogger ist. Die Aufschlüsse fehlen leider in der Keuper-*Opalinus*-Tonlandschaft zwischen Kellenberg und Hint. Bilstein so gut wie ganz, so daß man die tektonischen Beziehungen schwer entwirren kann und nur empfindet, daß hier recht komplizierte Verhältnisse vorliegen. Ich vermute, daß die „Kellenbergweid"- und die „Kunis-

rüti-Bilsteinverwerfung" zusammenhängen. Letztere ist bis zum Gehölz der Viehhütte N Hint. Bilstein zu verfolgen und legt hier den Hauptrogenstein des Nordschenkels der Bilsteinmulde neben Keuper und vielleicht auch Lias des Nordschenkels der Passwangkette[1]). Dann geht sie wohl als S-Begrenzung des Hauptrogensteingrates der Viehhütte 946 durch das Tälchen der *Opalinus*-Tone (Prof. 4). Dieser wird auch im NW von einer Verwerfung abgeschnitten, so daß *Opalinus*-Tone neben Hauptrogenstein liegen (Prof. 5). Der Hauptrogensteingrat ist jedenfalls eine verstürzte Scholle des einbrechenden Nordschenkels. Dafür spricht das steile SW-Einfallen seiner Schichten und das Auftreten der bituminösen Grenzschichten in seinem Hangenden (Prof. 5). Vermutlich wird dieser Grat auch im O von einer Verwerfung begrenzt. Denn der Hauptrogenstein fällt im Zirkus des Neunbrunnbergbaches 10° SW und im Gehölz der Viehhütte wenig W von ihm 60° SW ein. So scheinen sie in keinem Verbande mehr miteinander zu stehen. Landschaftlich prägt sich diese Trennung in den beiden von N und S vorspringenden Wiesenzipfeln aus.

Wir kommen nun zur Neunbrunnweid und Neunbrunnfluh, die von Mühlberg, Greppin, Rollier u. a. gewissermaßen als das lösende, erlösende Moment des gesamten Klusen-Passwangproblems betrachtet wird. Die Neunbrunnweid wird von Effinger Schichten gebildet, die in ihr einen synklinalen und am Ob. Schellenberg einen antiklinalen Bau besitzen (Prof. 1—3).

Im Bett der Vord. Frenke finden wir Effinger Schichten NW Lamnet (Chaussee tritt nahe an den Bach heran) mit 18° SW und W Hauenstein mit 10° NO. Im Bach der Neunbrunnweid stehen Effinger Schichten W der Wiese 651 der Unt. Weid und etwas oberhalb des Baches mit 18° SW an. Dagegen findet man sie N oberhalb der Bachschleife mit 15° NO (Prof. 2). Den Kern der Argovienmulde der Neunbrunnweid bildet das Sequan der Höhe 786. An ihrer Westseite sieht man seine Schichten 10° SW und 20° NO einfallen und im N und S die Effinger Schichten unter das Sequan untertauchen (Prof. 2).

Zwischen Spittel und dem Zirkus des Neunbrunnbergbaches sind Aufschlüsse spärlich. Nur hier und da werden unter Hauptrogensteinschutt Effinger Schichten sichtbar, so S Neubrunn an der Wegkreuzung und bei Eingang in den Wald W der Viehhütte.

Im Bach des Neunbrunnberges werden wenig unterhalb des Zirkus völlig unveränderte Effinger Schichten mit 55° NO und wenig oberhalb des Baches auf der linken Seite mit 15° S sichtbar (Prof. 3). Im Bach der Neunbrunngrotte (nicht auf der Karte) stößt man ca. 10 m unterhalb der Grotte auf ganz frische Effinger Schichten. An der Basis des Hauptrogenstein des Neunbrunnberg sieht man dagegen ein Band stark geschieferter Effinger Schichten auf- und niedersteigen und mitunter Blöcke von Hauptrogenstein ganz einwickeln. Auch das Einfallen des Hauptrogenstein wechselt hier fortwährend[2]). Das Effinger Band schlängelt sich durch den ganzen Bachzirkus. Doch hört es wenig O von ihm samt der Hauptrogensteinmasse an einem kleinen, von der Bilsteinfluh herabstürzenden Bächlein auf. Etwas S zieht der Hauptrogenstein der Bilsteinfluh in deutlicher Wand ungestört nach W bis zum Wiesenzipfel bei der Viehhütte N Hint. Bilstein. Der Hauptrogensteinkomplex des Neunbrunnberg bleibt auf dieser Strecke in tieferem Niveau. Er ist wohl an seinem Südende von der Bilsteinfluh um einen kleinen Betrag abgesunken und steht in keinem unmittelbaren Zusammenhang mehr mit ihm. Von einem S-Untertauchen des Argovien der Neunbrunnweid unter den Hauptrogenstein der Bilsteinfluh, d. h. von einer Ueberschiebung der

1) Nicht aber neben Lias ihres Südschenkels, wie Mühlberg (42, 500) schreibt.
2) Es ist bald 10° NO, bald 30° NO, bald 25° SW.

Bilsteinmulde auf Unt. Malm beobachtete ich nichts. Der Südrand Spittel-Neunbrunnberg spricht mir vielmehr für eine OSO/WNW verlaufende „Bilsteinfluhverwerfung", an der von der absinkenden Doggermulde von Bilstein ein zweites Stück muldenförmig absank (Prof. 1, 2).

Nun sind noch die Erscheinungen am Neunbrunnberg zu klären. Das Argovienband zieht an der Basis des Hauptrogenstein weiter N. In der Neunbrunngrotte beträgt die Auflagerung wohl ca. 30 m. In einer weiten Nische N einer mit Gebüsch bewachsenen Runse N der Neunbrunngrotte besitzt der Hauptrogenstein an seiner Basis sehr deutliche Rutschflächen (Fig. 3). Unter ihm sieht man bei einem Weidengebüsch in einer zerrütteten Felsmasse vom Lieg. zum Hang. Effinger Schichten, Birmensdorfer Kalke, mächtige Blöcke zerrütteter *Ferrugineus*-Schichten, *Varians*-Schichten und Callovien. An einer anderen Stelle liegen *Varians*-Schichten unter *Ferrugineus*-Schichten, oder es treten mehr oder minder große Hauptrogensteinblöcke in einer stark geschieferten Masse an der Basis des Hauptrogenstein auf. Die Gesteine sind stark verändert, z. B. sind die *Varians*-Schichten viel spätiger geworden, und sind die gefundenen Fossilien (Rhynchonelen) stark deformiert. Rollier beschreibt aus dem Callovien dieser Stelle einen verzerrten *Macroceph. tumidus* (65, 187). Wenig N verschwindet das Effinger Band und wird nicht wieder sichtbar.

Fig. 3. Schleppungserscheinung an der Neunbrunnbergverwerfung" (Neunbrunnfluh) (s. Taf. V, Fig. 5). Die Auflagerungsfläche des Rogenstein auf Argovien ist eine deutliche Rutschfläche. Callovien und Argovien sind geschiefert und miteinander verknetet.

Betrachten wir nun den auflagernden Hauptrogenstein! Er wechselt mit seinem Einfallen. Es beträgt am Westende des Zirkus unter dem Wiesensaum 10° SW, in der Neunbrunnfluh 10° NO, in der vorhin erwähnten Runse 20° NO.

N der Runse ragt eine Hauptrogensteinklippe an der Basis mit 60° SW, am Gipfel mit 80° NO auf. In der Runse steigt ein Zickzackweg zur Wiese auf. Zwischen seiner Einmündungsstelle auf die Wiese und jener Klippe findet sich Bajocien. Ca. 6 m S des Hauptrogenstein stehen die bituminösen Grenzschichten und ca. 15 m S *Blagdeni*-Schichten mit kugeliger Absonderung an (70° SW) (Prof. 4).

Der Hauptrogenstein der Neunbrunnfluh wird also durch eine Verwerfung in der Runse in eine S-Scholle mit flachem NO-Einfallen „Neunbrunnbergscholle", und eine N-Scholle mit steilem SW-Einfallen, „Ob. Schellenbergscholle", zerlegt. Möglicherweise ist infolge von Schleppung die N-Scholle um einen geringen Betrag auf die südliche heraufgeschoben, deren obere Lagen hier stets stark gequält sind.

Das steile Südeinfallen 60° SW der „Ob. Schellenbergscholle" hält bis zum Nordende der Neunbrunnfluh an. Hier werden unter dem Hauptrogenstein mit dem gleichen Einfallen

Ferrugineus-Schichten und Unt. *Varians*-Schichten sichtbar. Am Ostende des kleinen Wiesenzipfels sieht man *Ferrugineus*-Schichten-Birmensdorfer Kalke (Prof. 4). Daneben tauchen die *Crenularis*-Schichten (Klippe mit hoher Kiefer) zur Tiefe. Wir haben es also in der „Ob. Schellenbergscholle" mit einer völlig überkippten Schichtserie (Bajocien—Unt. Sequan) zu tun. Die weichen Schichten (*Varians*-Schichten, Callovien, Effinger Schichten) sind stark reduziert, am meisten das Argovien, so daß man zwischen dieser Scholle und dem Sequan des Dürrenberg eine Verwerfung anzunehmen hat (Prof. 4). *Ferrugineus*-Schichten bilden auch noch die O folgende Klippe. Doch tritt dann O in ihrem Streichen Sequan auf (65° NO)[1]. Ca. 12 m S dieser weithin sichtbaren Klippe stößt man wieder auf Argovien.

Welche Deutung beanspruchen die geschilderten Verhältnisse des Neunbrunnberg? Mühlberg u. a. sehen in dem geschieferten Effinger Bande unter dem Hauptrogenstein der Neunbrunnfluh den wieder auftauchenden Malmnordschenkel der Passwangkette, der unter den Rogensteinmassiven der Hint. Egg und des Kellenköpfli verschwand. Ich halte diese große Ueberschiebung für völlig unwahrscheinlich. Im W-Teil war für sie kein Anhaltspunkt gegeben; auch hier an der Neunbrunnfluh lassen sich die Erscheinungen gleichfalls durch Verwerfungen erklären.

Von der „Bilsteinfluhverwerfung" war schon die Rede (S. 57). Im Zirkus des Neunbrunnbaches bildet sie einen einspringenden Winkel und wendet sich dann mit der Neunbrunnfluh als „Neunbrunnbergverwerfung" nach N. Vielleicht gehören „Neunbrunnberg"- und „Bilsteinfluhverwerfung" zu einer einzigen Verwerfung, vielleicht sind es auch zwei Störungen, die im Bachzirkus zusammentreffen. Das geschilderte Absinken des Südendes der Neunbrunnbergscholle von der Bilsteinrogensteinmulde hängt vielleicht damit zusammen. Die Neunbrunnweid ist jedenfalls ein Senkungsfeld. Bei ihrem Abbruch an etwas schief einfallenden Verwerfungen kam es zu Schleppungen. So entstand z. B. das geschieferte Effinger Band, oder die umgekehrte Schichtenfolge Argovien-*Ferrugineus*-Schichten an der Basis des Unt. Hauptrogenstein, oder die Rutschflächen des Hauptrogenstein an seiner Auflagerungsfläche auf dem geschieferten Bande. Bis zu großer Tiefe hat die Gesteinsumformung nicht fortgewirkt, denn 10—15 m unter dem völlig geschieferten Band findet man wieder normale Effinger Schichten. Das Ausmaß der Auflagerung von Hauptrogenstein auf jüngeren Schichten ist abzuschätzen. Auf der Südseite des Bachzirkus ist die Auflagerung ungefähr 100 m nach O zu verfolgen. Der Eingang zur Neunbrunngrotte liegt mit diesem Punkte auf einer N-S-Linie, von welcher der Bachzirkus ca. 100 m, die Neunbrunngrotte ca. 30 m, die nördliche Nische nur noch wenige Meter nach W zurückweichen. O der N-S-Linie kann der Hauptrogenstein kaum auf jüngeren Schichten gelegen haben, dazu sind die sichtbaren Effinger Schichten zu frisch erhalten. Somit bekommt man für die jetzt noch sichtbare Auflagerung nur einen ganz minimalen Betrag, der sich auch noch durch Schleppung an einer etwas schief einfallenden Verwerfung erklären läßt. Nach W reicht die Auflagerung auch wohl nicht mehr weit, denn sowohl in der Neunbrunngrotte, wie in der nördlichen Nische scheinen sich die Auflagerungsflächen gewissermaßen taschenartig zu senken.

In der Runse N der Neunbrunngrotte stößt spitzwinklig auf den SSW/NNO gerichteten „Neunbrunnbergbruch" eine W-O-Verwerfung und zerlegt ihren Hauptrogensteinkomplex in die

1) Die Karte gibt die örtlichen Verhältnisse ungenau wieder. Ein Fußweg trennt die Klippen in zwei Teile. Ihr W-Teil wird von *Ferrugineus*-Schichten, ihr O-Teil O der scharfen Bie ung des Weges nach S von Sequan gebildet.

„Neunbrunnberg"- und „Ob. Schellenbergscholle". Das Ostende dieser Scholle wird durch den „Neunbrunnbergbruch" abgeschnitten, so daß *Ferrugineus*-Schichten in das Streichen von Sequan fallen.

Die überkippte „Ob. Schellenbergscholle" streicht mit gelegentlichen Aufschlüssen ihrer Schichten (Hauptrogenstein — *Varians*-Schichten") W in dem Waldstreifen bis N 992 (60—80° SW). Auf der Wiese S dieses Waldstreifens hat man das Bajocien dieser Scholle zu vermuten. Für sein Vorhandensein sprechen einige Stücke am NW-Ende der Wiese und der Verwitterungsboden (Prof. 5, 6). Der Dogger der „Schellenbergscholle" (60° SW) setzt nicht in dem der Vorderen Egg (40° NO) fort, sondern ist von ihr offenbar durch eine ca. O/W streichende Verwerfung getrennt. Doch gehen Bajocien und der Hauptrogenstein des S 992 ziehenden Grates (50—60° NO) in die „Egg" über. Wir haben hier also als Analogon zu „Egg"- und „Kellenköpfligrat" zwei Doggerschollen. Die südliche ist die O-Fortsetzung des „Egggrates". Die nördliche sank an einer Verwerfung ab und nahm eine überkippte Lagerung an, da auch die N-Schichten in Schollen absanken. Die „Schellenbergscholle" wird im W von einer Verwerfung von der Vord. Egg getrennt, denn hier treten im Streichen ihres Hauptrogenstein (60° SW) *Ferrugineus*-Schichten (70° NO) auf (inmitten der Schonung ca. 25 m vom Hochwald entfernt). Die O-Fortsetzung des „Egggrat" wird außerdem noch im O durch die O-Fortsetzung jener Verwerfung von der „Schellenbergscholle" abgeschnitten. Hier stehen beiderseits des kleinen Wiesenquerriegels Hauptrogenstein des „Egggrat" (60° NO) und der Schellenbergscholle" (50° SW) einander gegenüber. Schließlich veranlaßt dieser Bruch die Bildung der „Neunbrunnberg"- und „Ob. Schellenbergscholle".

Die Zerstückelung des Nordschenkels der Passwangkette geht noch weiter. Beim Abstieg auf dem Kellenbergweg nach N quert man den Hauptrogenstein der „Ob. Schellenbergscholle (60° SW) und dann am scharfen Wegknick *Varians*-Macrocephalenschichten mit einer Klippe von Unt. und Ob. Hauptrogenstein (20° SW) im Liegenden. Mit dem gleichen Einfallen verfolgt man Macrocephalenschichten – *Ferrugineus*-Schichten auch W des Wegknickes. Hier haben wir eine weitere abgesunkene Scholle (Prof. 6).

Ihre W-Erstreckung ist wegen der starken Ueberrollung mit Hauptrogenstein nicht genau festzustellen. Dagegen sind im O Spuren von ihr nachzuweisen. Im Nordsaum des Westzipfels der Wiese 803 von Dürrenberg steht Dalle Nacrée (20° SW) an; Callovientone und *Varians*-Schichten sind nicht zu sehen. Dicht neben der Dalle Nacrée findet man auf der Wiese Birmensdorfer Kalke, die sich infolge von Rutschungen noch ca. 10 m abwärts am Gehänge verfolgen lassen. Die Versickerungstrichter im W-Teil der Wiese denten auf Effinger Schichten. Im Südsaum der Wiese zieht Hauptrogenstein. Hier legt also die „Schellenbergverwerfung" Argovien neben Hauptrogenstein (Prof. 5) und verläuft weiter O zwischen der „Ob. Schellenbergscholle" und einem N vorgelagerten Unt. Sequangrat (? 40° S) bis an das Nordende der Neunbrunnfluh. Hier trennt sie Birmensdorfer Kalke von Unt. Sequan (Prof. 4).

Wenig O der Neunbrunnfluh schneidet diese Störung Sequan und Argovien (50° NO) ab und ließ schließlich den Sequanmuldenkern der Höhe 786 absinken, dessen tiefe Lage sonst nicht verständlich wäre (Prof. 2). O Vord. Frenke setzen sich „Bilsteinfluh"- und „Ob. Schellenbergverwerfung" wohl in der „Steinenberg-Schattenbergverwerfung" fort (8, 36). Diese trennt „Humbel"- und „Schattenweid-Weißweidsynklinale" (Textfig. 2) und läßt weiter O die Humbelsynklinale vom Nordschenkel der Passwangkette absinken.

γ) Dürrenberg—Ob. Schellenberg (Prof. 3—6). Am Fuß der Unt. Sequanklippe N Neunbrunnfluh (S. 58) sind die steilstehenden Schichten (60° SW) stark zertrümmert und scheinen hier ca. 1 m über dem Boden eine Umbiegung in ein flaches SW-Einfallen besessen zu haben. Die umgekehrte Erscheinung beobachtet man wenig abwärts und NO dieser Klippe. Hier stößt man in einer Runse auf flach SW-einfallendes Unt. Sequan (10° SW), das plötzlich steil zur Tiefe umbiegt (85° S). Diese Schichtenbiegungen stehen jedenfalls mit dem Abbrechen der „Dürrenbergscholle" in Zusammenhang. Bei ihrem Absinken wurde ein Unt. Sequankeil eingeklemmt, und seine Schichten verbogen. Wenige Meter N dieser Stellen fällt Mittl. Sequan wieder flach SW ein. Dieses läßt sich im Waldsaum von Dürrenberg um die Wiese 803 herum feststellen (10° SW) (Prof. 3, 4).

In einer fast am Westende dieser Wiese absteigenden Runse legt sich Huppererde auf dieses Mittl. Sequan. W der Runse trafen wir Dalle Nacrée und Birmensdorfer Kalke (S. 59). Hier setzt der „Dürrenbergbruch" durch, an dem die „Dürrenbergscholle absank (Prof. 5).

Im Malm des Dürrenberg liegt nur der Nordschenkel des Muldenkerns (Prof. 2) der Höhe 786 vor. W dieses Punktes stößt man am Bach auf eine Klippe mit Unt. Sequan (35° SW), das sich mit demselben Einfallen beim Anstieg nach NW, bis zum dreieckigen Wiesenzipfel SSW Punkt 722 verfolgen läßt. Darüber folgt bis zum Waldsaum der Dürrenbergwiese 803 Mittl. Sequan mit ca. 10° SW (Prof. 3, 4)[1]).

Die Mulde der Neunbrunnweid bildete sich also wohl beim Absinken dieses Senkungsfeldes und ist wie die anderen Schollen nur ein Stück des zusammengebrochenen Nordschenkels der Passwangkette. Dieser sank bald als Scholle, bald als vollständige Mulde, bald auch nur als Nordschenkel einer solchen ein. Diese Mulde ist aber wohl keineswegs das Zwischenstück zwischen den Synklinalen von „Waldweide" und „Humbel".

Im W-Teil von Dürrenberg fehlen die Aufschlüsse. Unt. Sequan steht zum letztenmal mit flachem SW-Einfallen bei den auf der Kante gezeichneten Klippen S des „g" in Dürrenberg an. W davon bedeckt ein wildes Chaos von Sequanblöcken bis zum Sonnenrainbach den Boden[2]). Die Annahme einer SO/NW verlaufenden Verwerfung zwischen dem Sequan der „Dürrenbergscholle" (10° SW) und dem des Sonnenrain (15° NO) ist notwendig, denn hier haben wir es mit dem normalen Südschenkel der „Waldweidsynklinale" und dort mit einer abgesunkenen Scholle des Nordschenkels der Paßwangkette zu tun.

Stellen wir noch einmal die Ergebnisse der Untersuchungen des Teiles „Egg-Neunbrunnweid" zusammen! Der Bau des östlichen Abschnittes ist viel komplizierter als der des westlichen Teiles. Hier haben wir es mit drei durch Längsverwerfungen getrennten und im O und W durch Querstörungen abgeschnittenen Schollen zu tun (Prof. 7—11). Im O ist der Nordschenkel der Passwangkette nicht nur in Schollen zerstückelt, sondern es kam beim Zusammenbruch des Nordschenkels auch zur Bildung von Mulden und Sätteln. Das Bilsteinplateau ist eine Doggermulde und wird im S durch die bedeutende „Spittelmatt-Kunisrüti-Bilsteinverwerfung" abgeschnitten, die auch weiter W den Keuper des Soolmatt-

1) Die Klippe am Bach und ihr Streichen ist auf der Karte völlig falsch angegeben. Sie liegt nicht am Fuß der Weide (651) — hier Effinger Schichten (18° SW) — sondern erst ein Stück bachaufwärts dieser Stelle. Infolgedessen ist auch die kesselartige Erweiterung der Effinger Schichten zu klein angegeben.

2) Die von mir im Prof. 6 an dieser Stelle angegebenen Verhältnisse sind konstruiert und als fraglich gekennzeichnet.

plateaus vom Unt. Dogger des Kellenberg trennt (Prof. 1—6). Die Neunbrunnweid ist eine Malmmulde und ein von Verwerfungen umgebenes Senkungsfeld, in dem es beim Zusammenbrechen zur weiteren Schollenbildung kam (Prof. 1—3). Die komplizierten Lagerungsverhältnisse an der Neunbrunnfluh erklären sich durch Schleppungserscheinungen beim Absinken dieses Senkungsfeldes. Sie besteht selbst aus zwei Schollen (Prof. 3, 4). In dem Verbindungsstück zwischen dem W- und O-Teil herrscht gleichfalls Schollenbau.

In ihm unterscheidet man drei Doggerschollen und eine Malmscholle. Die Malmscholle des Dürrenberg bildet den Nordschenkel einer Sequanmulde im Kern der östlichen Argoviensynklinale der Neunbrunnweid. Die südlichste Scholle des Punktes 992 ist die O-Fortsetzung des Egggrat (Prof. 4—6). Schließlich sank von dem zusammenbrechenden Nordschenkel der Passwangkette noch die Tertiär-Malmsynklinale von „Waldweide-Humbel“ längs einer mehrere Kilometer langen Verwerfung in die Tiefe. Dieser „Wasserfallenweid-Sonnenrain-Dürrenbergbruch“ setzt O Vord. Frenke als „Schattenberg-Steinenbergverwerfung“ weiter.

Nun handelt es sich noch um eine Kritik der Erklärungen meiner Vorgänger über dieses Gebiet.

Gegen Mühlbergs Annahme der Ueberschiebung des Südschenkels auf den Nordschenkel der Passwangkette sprechen folgende Tatsachen (Textfig. 4b, f).

1) Die von Mühlberg angenommene „Erosion“ in der „Halbklus Limmern“ „als die Bedingung zu einer Ueberschiebung während der Aufstauung der Ketten (42, 471) ist, wie in den Klusen, eine unbewiesene Annahme.

2) Die Mittelstücke zwischen dem überschobenen Südschenkel (Egg-Bilstein) (42, 471) und dem stehengebliebenen Südschenkel (Hauberg-Helfenberg) sind restlos erodiert.

3) Die Ueberschiebungen vollzogen sich nur im Dogger. Malm und Tertiär haben daran nicht teilgenommen.

4) Die Schichten des Kellenköpfli-Eggmassives zeigen keinerlei weitgehende Veränderungen, wie man sie bei Ueberschiebungen so großer Schichtpakete erwarten sollte. Vielmehr sind Gesteine und Fossilien an den unmittelbaren Berührungsstellen der beiden Schichtserien völlig frisch erhalten (S. 52). Andererseits sieht man dort, wo tatsächlich auch nur eine lokale Ueberschiebung infolge von Schleppung an einer Verwerfung stattgefunden hat (Neunbrunnberg), die liegenden Schichten vollständig zertrümmert, verändert und die Fossilien deformiert (S. 57).

5) „Der Fuß“ der Hint. Egg und des Kellenkoepfli soll „direkt auf den Schichtköpfen von gleichgestelltem Malm“ (42, 470) und Tertiär des normalen Nordschenkels aufsitzen. Davon sieht man nichts (S. 51, 52). Die Mühlbergschen Profile projizieren die im Gelände nebeneinander liegenden Schichten untereinander.

6) Der an der Egg untertauchende Nordschenkel der Passwangkette soll sich auch noch unter dem Hauptrogenstein des Bilsteinplateau, der Schönthalfluh und des Steinenberg befinden (42, 468, 470). Seine völlig veränderten Schichten sollen an der Neunbrunnfluh sichtbar werden (42, 468).

Wir sahen, daß das Argovien der Neunbrunnweid längs der Bilstein- und Neunbrunnfluh in mehr oder minder naher Berührung mit dem Hauptrogenstein zu verfolgen ist. Die Hauptrogensteindecke hätte man sich ursprünglich also auch über dem Unt. und Mittl. Malm der Neun-

brunnweid als Verbindungsstück mit der östlichen Schattenweid-Weißweid zu denken. Die Erosion hätte wiederum ein wichtiges, beweisendes Stück vernichtet.

Gegen die Ueberschiebung dieser Doggerdecke auf die Malmmulde der Neunbrunnweid spricht schon der Zustand der Malmschichten selbst. Eine weitgehende Umänderung zeigen nur die Schichten im Liegenden des Hauptrogenstein. Wenige Meter O sind die gleichen Schichten völlig frisch anzutreffen. Die tatsächliche Auflagerung kann also nur einen geringen Betrag erreicht haben, der sich aber meiner Meinung nach durch Schleppungserscheinung an einer Verwerfung hinreichend erklären läßt (S. 58).

Außerdem würde die Oberfläche des überschobenen Nordschenkels ein beständiges Auf und Nieder bedeuten, wenn man die Höhenlagen der Neunbrunnfluh, des Punktes 786, der Talsohle der Vord. Frenke etc. miteinander vergleicht.

7) Mühlberg hält den „Egggrat“ und „Kellenköpfligrat“ für überschoben auf den Nordschenkel der Passwangkette. „Niemand wird daran zweifeln, daß der Rogenstein in der Fortsetzung der Wasserfalle S unterhalb des Kellenköpfli der Nordschenkel dieses Teiles der Passwangkette sei“ (42, 470) (Textfig. 4). Ich bezweifle auf Grund meiner Beobachtungen den ersten und zweiten Punkt. Erstens ist die Schichtenfolge des Egggrat von den *Opalinus*-Tonen bis zum Unt. Malm lückenlos. Zweitens senken sich seine Schichten nach N zur Tiefe hinab, denn man stellt zwischen dem Nord- und Südsaum der beiden „Egg“ quer zum Streichen alle Werte eines Einfallens zwischen 30° und 80° NO fest. Das sind Erscheinungen, die nicht für eine Ueberschiebung und eine Wurzellosigkeit, sondern für ein Hinabtauchen dieses Massives zur Tiefe sprechen, und man beobachtet an keiner Stelle ein wirkliches Untertauchen der Malm-Tertiärschichten der Waldweide-Wasserfallenweid unter die Schichten des „Eggmassivs“. Dagegen sind die Schichtserien des südlichen „Kellenköpfli- und Ramisgrabener Grates“ stark reduziert. Der „Kellenköpfligrat“ setzt sich nur aus Hauptrogenstein und Unt. Dogger zusammen. Im „Ramisgrabener Grat“ gesellen sich dazu im W-Teil Oberer Dogger und ein wenig Unt. Malm. Außerdem wechselt das Einfallen der Schichten zwischen 30° und 90° NO nicht senkrecht, sondern innerhalb des Streichens. Das sind aber Erscheinungen, die man bei absinkenden Schollen stets beobachtet. So fasse ich den „Egggrat“ als die Fortsetzung des normalen, nur durch eine Querstörung zerrissenen und N gerückten Nordschenkels und die Massive des „Kellenköpfli- und Ramisgrabener Grates“ als abgesunkene Schollen auf. Ein ununterbrochenes Fortsetzen der Schichten des ungestörten, normalen Passwangnordschenkels in den Schichten des „Ramisgrabener Grates“ ist nicht zu beobachten (S. 53).

Rothpletz stimmt dem Kern der Mühlbergschen Annahme zu. Er faßt die Gegend zwischen Egg-Kellenköpfli und Bilstein als ein Ueberschiebungsgebiet auf ursprünglich flach geneigten Verwerfungen auf. Diese Zustimmung bedarf also keiner neuen Widerlegung. Doch er vermißt in den Mühlbergschen Profilen das Fehlen einer Ueberschiebung S jenes Gebietes und glaubt eine solche bei Schattenweid und Kunisrüti vermuten zu müssen (70, 73) (S. 49, Textfig. 4). Meiner Meinung nach lassen sich an beiden Stellen die Erscheinungen durch Absinken von Schollen an streichenden Verwerfungen erklären (S. 54, 55).

Greppin erklärt die komplizierten Lagerungsverhältnisse durch Faltenverwerfungen in Verbindung mit Ueberschiebungen (Textfig. 4d). Gegen seine Annahme sprechen folgende Tatsachen:

1) Von den angenommenen Ausquetschungen ganzer Schichtserien der Mittelschenkel im Gebiet

von Egg-Kellenköpfli (15, 176, 177) sieht man nichts. Wo die Gesteine der drei Hauptrogensteingrate in enger Berührung miteinander aufgeschlossen sind, sind sie unverändert (S. 61, Mühlberg P. 4).

2) Im Bilstein-Plateau hat der Hauptrogenstein seine normale Mächtigkeit von ca. 70 m und lagert auf Bajocien (S. 54). Auf den Hauptrogenstein folgen normal *Ferruginaus*-Schichten und Reste der *Varians*-Schichten (S. 54). Damit fällt Greppins Annahme von „zweimal normal übereinander liegendem Hauptrogenstein", deren „Untere Tafel der Muldenschenkel der liegenden Passwangkette", und deren „obere die Verlängerung des Kellenköpfli-Massivs" ist (15, 176). „Auch die Annahme des ausgequetschten Mittelschenkels (*Varians*-Schichten) zwischen jener oberen Tafel und einem dritten ursprünglich auflagernden Massiv, dem Analogon des Vord. und Hint. Egg" (15, 177) ist nicht mehr haltbar.

3) Für die Erklärung der Neunbrunnfluh verweise ich auf früher Gesagtes (Mühlberg P. 6).

Rolliers Erklärung der Ueberschiebungsklippen von Egg- und Kellenköpfli aus allmählichen Gleitungen von Felsmassen", die „während der Faltung und Erosion losgerissen wurden" (65, 172) ist ein nicht vorstellbarer Vorgang. Außerdem beobachtet man von der Auflagerung der Klippen auf dem Malm und Tertiär des Nordschenkels der Passwangkette nichts (Mühlberg P. 5—7). Der liegenden Falte seiner Profile zur Erklärung der Verhältnisse der Neunbrunnfluh (Textfig. 4e, g) kann ich nicht beistimmen. Die Verhältnisse im Dogger sind sehr viel komplizierter, als er es angibt. Auch sieht man von der weit unter den Dogger sich senkenden liegenden Malmmulde im Gelände nichts (s. Mühlberg P. 6).

Das durch meine Untersuchungen gelieferte Beweismaterial spricht nur gegen die geschilderten Deutungen (Textfig. 4a). Wenn ich mir auch nicht einbilde, alle Fragen gelöst zu haben, dazu reichen die Aufschlüsse nicht aus, so glaube ich doch, daß der Steinmannsche Erklärungsversuch des Klusenproblems durch Verwerfungen auch für das von mir behandelte Gebiet zu Recht besteht. Namentlich erinnert das Senkungsgebiet zwischen Neunbrunnberg und Bilsteinfluh durchaus an die Verhältnisse der Klusen.

17. Die Synklinale Waldweide—Bürtenweid—Gaitenberg.

h) Waldweide (Prof. 2—12). Die W-Fortsetzung der von Celliers beschriebenen Tertiär-Malmsynklinale von Humbel (8, 34—37) ist die Waldweide. Sie beginnt W Vord. Frenke zwischen Hauenstein und Waldenburg, doch ist sie zwischen der Vord. Frenke und Fuchslöcher-Sonnenrain bis auf das Argovien erodiert. Erst W beteiligen sich Sequan und Tertiär an ihrem Aufbau.

W Hauenstein fällt im Bachbett der Vord. Frenke das Argovien des Südschenkels 10° NO und etwas W oberhalb der Bachschleife des Neunbrunnbaches 15° NO. Auf dem Nordschenkel wird bei Waldenburg Dogger freigelegt. Der Hauptrogenstein der Richtifluh biegt bei den westlichen Häusern von Waldenburg von 60° SW plötzlich zu 20° SW um. Nach S legen sich die Schichten immer flacher (10—15° SW (s. Karte; Prof. 2). Auf den verschiedenen Wegen zum Kellenberg sieht man Effinger Schichten unter das Sequan der Fuchslöcher untertauchen (Prof. 3—5). Doch ist die Ueberrollung mit Sequan und Tertiärschutt groß.

An der Abzweigung des Kellenbergweges vom Sonnenrainweg stehen im Bach Unt. Sequankalke (20° NO) an, über denen in der Gratschärfe des Sonnenrain Mittl. Sequan (15° N) folgt (Prof. 6, 7). Die Mittl. Sequankalke bilden mit flachem N Fallen den Untergrund im Waldstreifen

des Sonnenrain bis an das Westende und sind westlich noch in einzelnen Blöcken durch die Waldweide bis dicht an den Weg zur Kellenbergweid (zwei Kirschbäume in der Nähe) zu verfolgen.

Das Sequan des Sonnenrain wird von dem Dogger-Unt. Malm der Vord. Egg durch die „Dürrenberg-Sonnenrain-Waldweideverwerfung“ getrennt. Die Synklinale der Waldweide sank an dieser ab (Prof. 7—9). Für den Verlauf dieser Störung sprechen folgende Beobachtungen:

1) Am Kellenbergwege quert man Hauptrogenstein und *Varians*-Schichten (S. 53). Im Bach steht Unt. Sequan an. 2) Kurz vor dem Ueberschreiten des Sonnenrainbaches findet man in der rechten Bachböschung und auf dem Wege Dalle Nacrée und *Athleta*-Eisenoolith. Kurz vorher steht auf der linken Bachseite Unt. Sequan an. 3) Im oberen Teil des Sonnenrainbaches stehen Effinger Schichten und im Grat des Sonnenrain Mittl. Sequankalke an (Prof. 7). Die gleichen Schichten stoßen auch noch im O-Teil der Waldweide zusammen, denn am Südsaum findet man hier große Haufen von Argovien, Sequan, Süßwasserkalk zusammengelesen. 4) Dicht vor dem Wald streichen durch die Kellenbergwege Birmensdorfer Kalke, und wenig unterhalb des Weges (nahe zwei Kirschbäumen) sieht man Mittl. Sequan (Prof. 8). 5) Im W-Teil der Waldweide liegen Tertiär des Nordschenkels und Callovien-Argovien des Südschenkels der Mulde in demselben Niveau, denn man findet auf dem Wege der Säustelle Dalle Nacrée und *Athleta*-Eisenoolith, bei Austritt des Weges auf die Waldweide Birmensdorfer Kalke, im Wald der Säustelle Süßwasserkalke und auf der Höhe 1066 Mittl. Sequan (30—35° S) (Prof. 9). 6) Schon an jenen Punkten sind die Aufschlüsse dürftig. Noch schlechter werden sie auf der Vorderen Wasserfallenweid. Hier trennt die Verwerfung wahrscheinlich noch Argovien und Tertiär (Prof. 10). Denn W Säustelle findet man Schutt von Hauptrogenstein-Argovien, ein Beweis, daß diese Schichten noch den Hang der „Hint. Egg“ bilden, und auf der Wasserfallenweid stehen Tertiärschichten an. 7) Im westlichen Teil der Wasserfallenweid stoßen Hauptrogenstein und Tertiär zusammen (Prof. 11), da man hier von den anderen Schichten keine Spur mehr findet.

Bis zum Gehöft der Vord. Wasserfalle sind weder die „Sonnenrain-Waldweide-Verwerfung“, noch die „Kellenköpfli-Hintere Eggverwerfung“ zu verfolgen. Vielleicht vereinigen sich beide hier und begrenzen somit eine keilartige, große Scholle des Nordschenkels (Egg-Bilstein), die im Vergleich mit dem westlichen, ungestörten Nordschenkel nach N gerückt wurde und dabei in eine größere Anzahl paralleler Schollen zwischen OSO/NNW gerichteten Sprüngen zerbrach.

Im Reigoldswiler Bach quert man zwischen den beiden Wasserfallen die vollständige Sequansynklinale (Prof. 12). Die Schichten stehen auf dem Südflügel steil (60—70°) und legen sich nach dem Kern der Mulde zu flacher. Im N-Teil stoßen an einer Längsstörung N-fallendes Mittl. Sequan und S-fallendes Unt. Sequan zusammen. Diese Verwerfung ist mehrere Kilometer weit nach W und O durch die ganze Synklinale zu verfolgen.

Beim Aufstieg vom Reigoldswiler Bach verfolgt man Mittl. Sequan längs des Nordwaldsaumes der Wasserfallenweid bis zum Punkt 986 (10—30° S). Dann fehlen Sequanaufschlüsse bis zur Höhe 1066 (35° S). Von hier ab bildet Sequan bis N Küngenköpfli den Nordsaum der Waldweide. Auf der Waldweide findet man überall Bohnerzformation oder Süßwasserkalk (Prof. 10—7). Im Bach des Küngenköpfli ist der Kern der Synklinale mit flach N- und S-fallendem Süßwasserkalk aufgeschlossen (Prof. 7). Die Bolusformation ruht hier auf S-fallendem Mittl. Sequan (10° S), und wenig S dieser Stelle quert man bis zum Sonnenrain flach N-fallendes Sequan. Die Sequan-

kalke legen sich zwischen der „Hohen Stelle“ und N Küngenköpfli immer flacher (50—20° S) (s. Karte) und senken sich mit dem Tertiär immer mehr. Im Wald O der Wiese oberhalb der Brochenen Fluh sind oberhalb des Drahtzaunes die Sequankalke zum letztenmal sichtbar, und SW der Wegbiegung stehen Süßwasserkalke an. Unter dem Weg folgt eine zweite Tertiär-Malmserie. Die Süßwasserkalke dieser abgesunkenen Scholle liegen in großer Mächtigkeit konkordant auf dem Mittl. Sequan der Fuchslöcher (10° S) — Brochene Fluh (20° SW) und bilden das Plateau oberhalb dieser Klippen.

Am Nordabhang des Dürrenberg fehlen Aufschlüsse; doch ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß die Verwerfung schon hier auftritt, denn die Basis des Unt. Sequan am Dürrenberg liegt in etwas höherem Niveau, als es bei den Fuchslöchern der Fall ist (Prof. 4). Weiter W würde die Verwerfung das Sequan der Fuchslöcher von dem der Waldweide trennen; doch auch hier verhüllt das Bergsturzgebiet der benachbarten Tertiär-Sequanhöhen alles Anstehende (Prof. 5, 6). Mit Sicherheit ist die Verwerfung erst zwischen dem Tertiär und Sequan der „Fuchslöcher-Brochene Fluh“ und der Tertiär-Sequanmulde der Waldweide festzustellen (Prof. 7). Die abgesunkene Tertiär-Sequanscholle läßt sich längs der Weiden „Hohe Stelle“ und Enziane bis zum Oerlenberg deutlich verfolgen, denn in ihrem S- und N-Waldsaum zieht ein Grat mit flach S-fallendem Sequan, und auf beide Sequanmassen legt sich S-fallendes Tertiär (Prof. 7—10).

W „Enziane“ ist die Verwerfung nicht mehr so deutlich, weil das Tertiär zwischen den beiden Sequankomplexen nicht aufgeschlossen ist. Die Höhe „Ob der Enzianfluh“ ist die eine sehr vollständig sichtbare Sequanmasse (30° S), und im Nordsaum der Wasserfallenweid zieht die andere, sehr unvollständige Sequanpartie (30° S). Im NO-Teil der Senke zwischen beiden findet sich noch Tertiär. Im oberen Teil des Baches „Auf der Stege“ wird nur Sequanschutt und in seinem unteren Teil das Sequan der nördlichen Masse angeschnitten (Prof. 11).

Die Steilstufe des Baches „Auf der Stege“ besteht aus Unt. Sequan (15° S). Darüber folgen noch ein Stück am Wege Reigoldswil-Vord. Wasserfalle *Crenularis*-Schichten, dann am Quellbassin Mittl. Sequankalke (15° S), dann nach kurzer aufschlußloser Strecke, dem westlichen Hochwald gegenüber, Süßwassermergel und -kalke. Wenig oberhalb quert man am Weg nochmals Mittl. Sequan (10° S) und kommt dann zum Tertiär der Wasserfallenweid. Hier sind also die beiden Malmkomplexe noch einmal durch Tertiär deutlich getrennt. Das Tertiär der abgesunkenen Scholle trifft man nochmals genau N unterhalb der Vord. Wasserfalle, ca. 20 m vom Waldrand entfernt, auf einer kleinen Waldlichtung. O des Gehöftes verfolgt man Mittl. Sequan (30° S) bis zum Punkt 786.

i) Bürtenweid (Prof. 13—16). Am Südabhang des Punktes 905 ist die Verwerfung zwischen den beiden Sequankomplexen kaum mehr ausgeprägt (Prof. 12). Sie wird erst wieder im Reigoldswiler Bachbett deutlicher und trennt hier flach N-fallendes Mittl. Sequan von flach S-fallendem Unt. Sequan. Die Gesteinsserie des Falles schließt mit *Crenularis*-Schichten ab (ca. 8° S), und der an den Bach herantretende Felsgrat besteht aus Mittl. Sequan (ca. 10—25° N). Nach W wächst in dem Grat das Einfallen des Sequan sehr schnell bis 70° N. N der Umbiegungsstelle dieser Klippe nach SW legen sich die Kalke aber wieder flacher (20—10° N). Dann folgt N plötzlich ein mächtiger Kalkklotz mit einem Einfallen der Kalke von 30° S. Möglicherweise hat hier die Verwerfung wieder im Kern der Synklinale eine sehr geringe Verschiebung der Mittl. Sequankalke hervorgerufen (Prof. 13). Am Ostende der Bürtenweid wird die Störung etwas deutlicher, da wir am Abhang des Grates (978) flach S-fallendes Mittl. Sequan und im Bach Tertiär sehen.

Dagegen ist man für den Verlauf der Verwerfung auf der Bürtenweid nur auf Vermutungen angewiesen. Für ihr Vorhandensein sprechen folgende Tatsachen: 1) N der Linie Punkt 1063-Gehöft Bürten senkt sich die Synklinale auffallend stark nach Norden. Die Mulde würde ohne die Annahme des Absinkens ihres nördlichen Teiles „Arifluh-Bürtenfluh“ eine unnatürlich nach N hängende Gestalt haben (Prof. 14, 15). 2) Die Effinger Schichten sind N dieser abgesunkenen Scholle im Vergleich mit dem W und O auffallend reduziert. 3) Im Südflügel haben die Sequankalke durchweg ein steiles N-Einfallen (s. Karte). Im Nordflügel schwankt es stärker (s. Karte). 4) Das Sequan des Punktes 1063, die normale Fortsetzung des Sequan vom Ostende der Bürtenweid, hört nach O plötzlich auf, und das Zwischenstück „Arifluh-Bürtenfluh“ ist N gerückt. 5) Zwischen Punkt 1063 und 1120 verschmälert sich die Synklinale im Vergleich mit dem O auffallend. Die Verwerfung wird zwischen den Punkten 1004 und 1063 sehr deutlich, denn hier hat man es mit zwei Sequankomplexen mit verschiedenem S-Einfallen zu tun. Am Westende der Arifluh fallen die Sequankalke 30° S und W und O Hohwacht steil N ein (s. Karte) (Prof. 16).

Eine kleinere abgesunkene Scholle des Nordflügels ist der Bürtenstutz (Prof. 14). In den Klippen W des Weges und nach Eintritt des Bürtenweges in den Wald sind Sequankalke mit ca. 55° S aufgeschlossen, und weiter abwärts schneidet der Weg Sequan des „Bürtenstutz mit 25—30° S an. Diese Scholle ist an einer ca. O/W streichenden Verwerfung abgesunken.

k) Gaitenberg (Prof. 16—19). S Punkt 1063 verschmälert sich die Synklinale sehr. Bis zum Gehöft Grauboden (991) ist Tertiär zu verfolgen (Prof. 16). Von hier ab ist die wannenartige Synklinale nach SW abgelenkt, und in ihrem Kern findet man nur noch Mittl. Sequan. Ihre Schenkel treten auf der Karte deutlich hervor (Punkt 986, 870, 949, 1003). Beim Punkt 949 hebt sich die Mulde aus. Beide Erscheinungen hängen mit einer SW/NO gerichteten Störung zusammen, die die Synklinale durchschneidet und ähnlich wie auf der Bürtenweid einen Teil des Nordschenkels absinken läßt. Allerdings sind am Gaitenberg die Verhältnisse nur schwer zu entwirren, denn das Tertiär fehlt, und die Sequanschichten sind sehr steil gestellt oder überkippt.

Wir kehren zum Hochwacht zurück. Zwischen Punkt 1063 und 1081 finden wir steilgestelltes Mittl. und Unt. Sequan und N Punkt 1081 stoßen wir auf eine zweite Sequanscholle (im W 30° S, im O 60° S). Wir haben es hier mit der Längsstörung der Bürtenweid zu tun, die auf dem Nordflügel der Mulde eine Scholle absenkte (Prof. 16). In der absinkenden Scholle kam es noch zu einer Zerreißung an einem Querbruch, von dem später die Rede ist (S. 69).

Die Unt. Sequankalke der Klippe 1081 stehen mit den gleichen Kalken der Klippe 1133 (80° N, zum Teil 30° N überkippt) nicht in Verbindung. Diese setzen sich vielmehr in den Kalken der Scholle N Punkt 1081 fort.

SO Hundsmatt laufen zwei Holzwege in den Isohypsen um den Rücken des Gaitenberg. Auf diesen quert man die steilgestellten Sequanschichten in ziemlich vollständiger Folge (60—85° S auf dem oberen Weg; 70—75° S auf dem unteren Weg). Nach dem Ueberschreiten der Gratschärfe findet man an dem nach O umbiegenden unteren Weg Bolus mit Quarzkörnern. S folgen Sequankalke in den Klippen der Punkte 907 und 871 (70—75° N). Die Synklinale ist hier, wie weiter W im Quertal Bogenthal-Ullmet, noch vollständig erhalten (Prof. 19). Etwas weiter O fehlt der Tertiärkern, und haben die Sequankalke beider Schenkel ein sehr steiles, zum Teil überkipptes Einfallen

(Prof. 18). Noch weiter O stoßen wir auf die die Mulde SW/NO querende Störung (s. unten). Hier liegen die Verhältnisse folgendermaßen:

Die Klippe S der Senke 949 springt auffällig weit in das Bogenthal vor. An ihrem Fuß setzt das Argovien des Bogenthal ab, und die W-Sequanklippen (907, 871) liegen deutlich im N dieser Klippe. Die Sequanschichten der Klippe 1003 ziehen bogenförmig (S 60° W; 60° SO) durch die Senke 949[1]) und richten sich mit diesem Streichen in der südlichen Klippe gegen das Bogenthal. Andererseits endigen in dieser Klippe auch die vom Punkt 870 normal O/W streichenden Schichten. Die S 60° W streichenden Schichten sind keine Kluftflächen. Man quert nämlich auf dem Wege vom Bogenthal die Korallenlage der *Crenularis*-Schichten, verfolgt sie bis zu jener Klippe und sieht sie auch in der Senke des P. 949 bogenförmig herumziehen. Wenig oberhalb und W der Senke trifft man wieder auf Sequan mit dem normalen O/W Streichen (65° N).

Die geschilderten Verhältnisse sind nur durch eine Verwerfung zu erklären. In ihrem NO-Verlauf zur Wiese zwisshen den P. 1081 und 1133 ist sie schwer zu verfolgen. Das Mißverhältnis in der Mächtigkeit der Sequanschichten des Süd- und Nordflügels spricht für ihr Vorhandensein. Jene ist im Unt. Sequan des Nordsaumes der Bürtenweid zwar durchweg größer als im Südsaum; doch würde am Gaitenberg der Unterschied in der Mächtigkeit in das Mittl. Sequan fallen, was man sonst O und W dieser Stelle nicht beobachtet (Prof. 16—19). Die Verwerfung zieht vermutlich NW des Klippenzuges 1003, in dem die fast saigeren Schichten mit NW-Ueberkippung immermehr in das OW-Streichen einlenken. In den Klippen zwischen 1003 und der Höhe 1133 zeigen die Unt. und Mittl. Sequankalke das Maximum von NW-Ueberkippung.

Kurz zusammengefaßt, ist die Tektonik der Synklinale „Waldweide-Bürtenweid-Gaitenberg“ folgende:

Die Mulde prägt sich in der Waldweide und Bürtenweid in Tertiär und Malm deutlich aus. Am Gaitenberg fehlt das Tertiär fast ganz, und es besteht der Kern aus einer Sequanmulde. Die Synklinale ist in der Waldweide an der „Dürrenberg-Sonnenrain-Vord. Wasserfallenweid-Verwerfung“ vom Nordschenkel der Passwangkette abgesunken. Diese Verwerfung vereinigt sich mit der „Kellenköpfli-Eggverwerfung“.

Auf dem Nordschenkel der Mulde ist längs der Linie „Küngenköpfli-Enziane-Auf der Stege“ eine Tertiär-Malmscholle (Fuchslöcher-Brochene Fluh-Oerlenberg-Ob der Enzianfluh-Reigoldswiler Bach) abgesunken. Diese Störung tritt auch in Bürtenweid auf und ließ hier eine Tertiär-Malmscholle vom Nordschenkel (Bürtenfluh-Bürtengraben-Arifluh) absinken. Nach W verläuft die Verwerfung zwischen zwei Malmkomplexen. Zwischen den Punkten 1081 und 1133 lenkt diese O/W gerichtete Störung nach SW um und quert die Mulde. Dadurch wird die Mulde W Grauboden nach SW abgelenkt, hebt sich aus, und es sinkt ein Teil ihres Nordschenkels (Rücken des P. 1133) ab. Im westlichen Teil des Gaitenberg wird die Synklinale wieder normal. O des Tales Bogenthal-Ullmet trifft im Geißberg die Synklinale eine neue Störung.

18. Antiklinale von Ullmet.

In den nordwestlichsten Teil des Kartenblattes tritt die Ullmetantiklinale ein. $1^1/_2$ km westlich von Ullmet bildet sie in Hirnikopf-Rote Fluh noch ein geschlossenes Doggergewölbe.

1) Diese ist auf der Karte zu breit gezeichnet, eine Unterbrechung findet nicht statt.

Zwischen den beiden Höhen traf das Gewölbedach eine Verwerfung. In seinem Südschenkel beobachtet man zwischen Birtisgraben-N. Vorder Birtis (N P. 718) eine deutliche Blattverschiebung im Hauptrogenstein-Argovien.

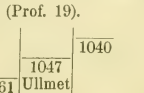
Zwischen Hinter Birtis und St. Romai ist das SW/NO streichende Gewölbe bis auf den Keuper erodiert. Nach NW folgt die „Aletensynklinale". Bei St. Romai dreht sich die Antiklinale nach O und verliert ihren vollständigen Nordschenkel. Auch die Aletenmulde hört hier auf. Beide sollen das Material der Ueberschiebungsklippen auf dem vorgelagerten Tafeljura liefern. Im Kern des Gewölbes tritt wenig O Unt. Romai Muschelkalk auf und bildet bis N Waldenburg ein mehr oder minder ungestörtes Gewölbe. Der Nordschenkel der Antiklinale tritt am Reigoldswiler Bach und in der Richtifluh in unser Kartenblatt ein und verdient deshalb noch eine kurze Beobachtung.

l) Ullmet-St. Romai (Prof. 19—16). Zwischen Hinter Birtis und Ullmetli bildet Keuper den Kern, dann treten bis W Ullmethöhe *Opalinus*-Tone an seine Stelle. Zwischen Ullmethöhe und St. Romai finden wir im Kern wieder Keuper und Lias (Prof. 19—17).

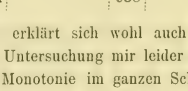
Zwischen den Punkten 1040 und 1047 schneidet eine Querstörung den Nordschenkel, die sich auch durch die Aletensynklinale in ausgezeichneter Weise bis Grabesmatt verfolgen läßt (Prof. 19 und 17). Eine zweite Störung verläuft zwischen den P. 1061 und 1047. In ihrer Verlängerung tritt auf dem Nordschenkel der Mulde N des Gehöftes „Bretzwiler Stierenberg" im oberen Teil des Aubach gleichfalls eine Querstörung auf.

Am Punkt 1047 fallen Unt. Hauptrogenstein 25° NNW und beim Punkt 1008 Unt. *Varians*-Schichten und *Ferrugineus*-Schichten 50° NNW ein. Dagegen trifft man im Streichen dieser Schichten O Punkt 1008 Unt. Hauptrogenstein (20° NNW). Die gleiche Verschiebung erkennt man natürlich im Unteren Dogger (bei der Viehhütte O Ullmet 25° NNW) und im Argovien. So stehen unter den Tannen am Wegknick Argovien und O davon im Waldsaum Oberer Dogger und Callovien an.

Eine ähnliche Verschiebung beobachtet man im Hauptrogensteinkamm zwischen den P. 1047 und 1061. Der Nordschenkel ist hier also durch zwei Blattverschiebungen von NO nach SW in drei Staffeln zerstückelt (Prof. 19).



Eine ähnliche Zerstückelung hat anscheinend, nach dem Kartenbilde zu urteilen, auch der Südschenkel S Hinter Birtis zwischen den P. 718–785; 958; 981 erfahren. Für ihn gilt dann vielleicht folgendes Schema:



Durch diese verschiedenen Störungen erklärt sich wohl auch der komplizierte Bau der Geißbergsynklinale, zu deren genauerer Untersuchung mir leider die Zeit fehlte. Derartige Blattverschiebungen kehren mit außerordentlicher Monotonie im ganzen Schweizer Jura wieder, soweit ich ihn auf Exkursionen zwischen dem Neuchâteler See und Hauenstein kennen lernte.

Den Kern der Aletensynklinale bildet das Sequan der Heidenstadt. Dieser Punkt wird im O und W von einer Querstörung begrenzt, jedenfalls den N-Fortsetzungen der oben erwähnten Verwerfungen W und O des Punktes 1047 (Prof. 19).

Im W-Quellarm des Aubach sieht man *Varians*-Schichten und Hauptrogenstein mit Argovien zusammenstoßen, und wenig O des O-Quellarmes ist das Gleiche der Fall. Beim Austritt des Weges aus dem Walde des Aletenkopf (Hauptrogenstein 20° S) stößt man auf Bajocien und ein gutes Stück N am Schloßberg Ramstein abermals auf Hauptrogenstein und Bajocien (fast ⊥). Dieser stößt im W beim Rappenloch an Keuper und im O an *Opalinus*-Tone. Folglich ist auch der Schloßberg Ramstein von zwei Verwerfungen im O und W begrenzt.

Schließlich stellt man noch zwischen den Muschelkalkgewölben W und O Grabesmatt eine N-Verschiebung des W Gewölbes Hollen fest (Prof. 17).

Zwischen Ullmethöhe und W Ob. St. Romai sind Ullmetantiklinale und Aletensynklinale normal gebaut (Prof. 17). Doch quert den Gewölbesüdschenkel zwischen Muserhüttli und Ob. St. Romai eine Verwerfung, die Fortsetzung der „Arifluhstörung“ (s. unten). Das Sequan der Arifluhwand (35° S) läßt sich unter dem N-Waldsaum des in den Wald einspringenden Wiesenzipfels verfolgen [1]).

Die Callovien-Argovienkombe ist N Arifluh im Vergleich mit der breiten Kombe W Muserhüttli infolge des Absinkens der „Bürtengraben-Arifluhscholle“ auffallend verschmälert (s. Karte). Es verlangt das auffällige Aufhören der Kombe O Muserhüttli noch die Annahme einer Querstörung W Arifluh. Hier fällt nämlich das W-Argovien in das Streichen des O-Sequankomplexes. Doch ist der genaue Verlauf der „Arifluhverwerfung“ wegen der Schuttbedeckung nicht genau zu bestimmen (Prof. 16). Diese Störung ist auch in den tieferen Schichten nachzuweisen. Unmittelbar S Muserhüttli stehen Dalle Nacrée und *Athleta*-Eisenoolith an und ebenso um einen geringen Betrag dagegen nach N verschoben ca. 25 m O der Hütte.

In der Schurre N Muserhüttli quert man Unt. *Varians*-Schichten, Hauptrogenstein (60° S) und Bajocien (35° S). Demgegenüber zeigen die gleichen Schichten W des Waldsaumes dieselbe Verschiebung wie das Ob. Callovien.

Die Verwerfung würde hier also bei genügenden Aufschlüssen:
im W Argovien, Ob. Callovien, Unt. Callovien, Ob. Hauptrogenstein, Unt. Hauptrogenstein, Bajocien neben Unt. Sequan, Argovien, Ob. Callovien, Unt. Callovien, Ob. Hauptrogenstein, Hauptrogenstein im O legen.

m) Lauwilberg-Wil (Prof. 16—2). Wenig O Lauwilberg-Unt. St. Romai stellt sich als Kern der Antiklinale Muschelkalk ein. Im Bach O P. 686 bildet er ein deutliches Gewölbe (40° N und 70° S). Wenig O haben wir in der Gustweid zwei steilgestellte, zusammengedrängte Schenkel (80° N, S; Prof. 15). Dieser Muschelkalkkomplex wird vom Dogger des Glattenberg durch eine Verwerfung getrennt. Im Südwaldsaum der Gustweid sieht man steilstehenden Muschelkalk und in ihrem Nordwaldsaum Bajocien und Hauptrogenstein (40° S). Zwischen beiden liegt ein sehr schmaler Wiesenstreifen mit *Opalinus*-Tonen (Prof. 15).

Etwas O ist zwischen Gempis-Glattenberg die Schichtenfolge (Muschelkalk-Argovien) schon

1) Die Karte ist hier falsch. Das Westende der Arifluhwand reicht N nicht so tief hinab, sondern hält sich dicht an den Wiesensaum, und der westliche Waldsaum ist keine gerade, sondern infolge eines nochmaligen Eingreifens der Wiese in ihn eine gebrochene Linie.

wieder normal (Prof. 14). Vom Reigoldswiler Bach wird gleichfalls ein normal gebauter Südschenkel der Ullmetantiklinale durchschnitten (Prof. 13, 12).

Doch scheint der Kern auf der nördlich gelegenen „Vogelmatt-Stöckmatten" von einer Längsstörung geschnitten zu werden (Prof. 12, 11). Der Südschenkel des Muschelkalkgewölbes von Dünnlenberg ist bei Vogelmatt offenbar eingebrochen (Prof. 12). Die Wiese Vogelmatt wird jedenfalls von Keuper gebildet; doch fällt am Punkt 568 der Muschelkalk 85° N ein. Nach N legt er sich flacher (5° N) und bildet eine Mulde. Ihr Südschenkel ist längs der Straße Kilchli-Sixfeld angeschnitten (30° S).

Der Dünnlenberg ist ein Muschelkalkgewölbe mit einem Kern von Mittl. Muschelkalk. Sein Südschenkel wird wahrscheinlich von der O-Fortsetzung der „Vogelmattverwerfung" geschnitten. Die Keupermergel sind hier auffallend gering mächtig, und beim Austritt des Weges von Sixfeld-Stöckmatten auf die Wiesen von Stöckmatten ist überkippter Rhätsandstein aufgeschlossen. Wenig O und S dieser Stelle findet man wieder Keupermergel in normaler Mächtigkeit, so daß man hier eine Verdoppelung der Schichten anzunehmen hat (Prof. 11).

S quert am Geissrain ein unbedeutender Quersprung den Hauptrogenstein-Callovienkamm und ruft in ihm eine kleine Verschiebung hervor. Sonst ist die Kette zwischen Geissrain-Studenfluh und dem Ostende des Dünnlenberg normal gebaut (Prof. 10, 9).

N Studenweid stellt man nochmals eine Störung des Südschenkels fest. Hier ist es wieder zu einer ähnlichen Bildung, wie bei Kneu (S. 47), Wiechtenegg (S. 42), Vord. Hauberg (S. 39), gekommen. Eine Verwerfung hat den Schenkel schief angeschnitten und ein muldenförmiges Stück einsinken lassen (Prof. 8, 7). An dem Wil-Punkt 909—Studenfluh quert man im N-Waldsaum Bajocien-Ob. Hauptrogenstein (25° S); auf der Wiese 909 *Varians*-Schichten; im S-Waldsaum Hauptrogenstein (45° S) und dann auf der Studenweid Callovien-Argovien (80° N überkippt). Hier ist also eine nördliche, flach geneigte Doggerscholle an einer Verwerfung von dem steiler geneigten Südschenkel abgesunken. Die Verwerfung ist nach O und W zu verfolgen. Die ganze Wiese 909 wird von *Varians*-Schichten gebildet, die man mehrfach neben Hauptrogenstein liegen sieht. Das Bajocien der Studenfluh (30° S) fällt in dem Fußweg am NW-Zipfel der Wiese 909 in das Streichen des Hauptrogenstein des N-Waldsaumes. Gegen W ist die abgesunkene Scholle also durch eine Verwerfung abgeschnitten. Im O ist das wegen des Hauptrogensteinschuttes nicht so deutlich der Fall. Doch spricht die Bodenbeschaffenheit für das Vorhandensein der Verwerfung. Der Hauptrogenstein der Studenfluh (85° S) setzt im Südsaum der Wiese 909 (45° S) fort und geht dann am Ostende der Wiese als Grat in den Kamm von Gagsen-Richtifluh über. N von ihm steigt von der NO-Ecke der Wiese eine Senke hinab, in der die Verwerfung wohl verläuft.

Ob auch das auffallende Westende der Hauptrogensteinwand (80° S) von Hornusrüti durch eine zweite Störung bedingt ist, konnte ich wegen des Fehlens von Aufschlüssen nicht feststellen.

Nach O zeigt der Südschenkel der Ullmetkette bis Waldenburg nichts Bemerkenswertes (Prof. 6—2). Zwischen Birstel und dem Richtacker W Waldenburg haben wir ein normales Profil vom Mittl. Muschelkalk bis zum Argovien. In der Richtifluh stehen die Hauptrogensteinkalke noch ziemlich steil, biegen aber an ihrem Fuß bei Waldenburg sehr plötzlich mit flachem SW-Einfallen um und tauchen unter das Argovien der Waldweidesynklinale unter (S. 63).

Die Tektonik der Ullmetantiklinale ist kurz folgende. Sie bildet im NW bei einem SW/NO-Streichen ein normales, bis auf den Keuper erodiertes Gewölbe. In beiden

Schenkeln und in der nördlichen Aletensynklinale beobachtet man mehrfach Blattverschiebungen (N Ullmet; Muserhüttli-Arifluh). O Lauwilberg nimmt die Kette ein O/W Streichen an und büßt die Vollständigkeit ihres Nordschenkels ein. Gleichzeitig tritt im Kern des Gewölbes Muschelkalk auf. Einige Längsstörungen haben diesen Kern getroffen (Vogelmatt-Dünnlenberg), oder trennen ihn vom Südschenkel (Gustweid). Außerdem stellt man auch hier Querstörungen fest (Geissrain, O Studenfluh).

Schlußbetrachtungen über die Passwangkette.

Die Passwangkette ist durch die beiden Kalkwälle des Rogenstein und Malm und die von ihnen begrenzten Comben von *Opalinus*-Tonen-Keuper und Argovien-Callovien orographisch sehr deutlich gegliedert. Die Talbildung ist infolge des Wechsels der tonigen und kalkigen Lagen mannigfaltig gestaltet.

In stratigraphischer Beziehung beobachtet man einen großen Wechsel der Facies und Mächtigkeit der Gesteine. Dieser ist schon im Bajocien deutlich und in der außerordentlich schwankenden Ausbildung des Unteren und Mittleren Sequan sehr auffällig. Derartige Schwankungen zeigen auch die Tertiärablagerungen. Die Passwangkette ist demnach ein Musterbeispiel für ein Uebergangsgebiet von dem Rauracischen zum Aargauschen Faciesbezirk im weitesten Sinne.

Meine Deutung der tektonischen Verhältnisse weicht von den Auffassungen meiner Vorgänger Mühlberg (1892, 1904), Rothpletz (1894), Ed. Greppin (1895), Rollier (1898) durchaus ab und überträgt die von Gerth geschilderten Steinmannschen Erklärungsversuche des Klusenproblems (1902) auf die Passwangkette. Die beigefügten Abbildungen (Fig. 4a1—6, b—g) sollen ein geschichtlicher Beitrag für die Wandlung geologischer Auffassung ein und desselben Gebietes sein. Es handelt sich namentlich um das Gebiet der Hint. und Vord. Egg und des Kellenköpfli einerseits und der Neunbrunn-Bilsteingegend andererseits.

Ich kann sie weder wie Mühlberg (1892, 1904) für wurzellose Klippen (Fig. 4 b, f), noch wie Rothpletz (1894) für Schubmassen an flach einfallenden Verwerfungen (Fig. 4c), noch wie Ed. Greppin (1895) (Fig. 4d) und Rollier (p. p.) (1898) (Fig. 4e, g) für liegende und ausgequetschte Falten halten. Eingehend habe ich mich mit dem Versuch einer Widerlegung dieser Ansichten beschäftigt. Ich halte diese Gebiete wie andere Teile der Passwangkette und Waldweide-Bürtenweid-Synklinale für Musterbeispiele eines Schollengebietes (Fig. 4a, 1—5). Das Passwang-Gewölbe ist nur an ganz wenigen Stellen normal und ungestört (Fig. 4a, 6). Meiner Ansicht nach besteht das behandelte Gebiet an den meisten Stellen aus Mulden und Gewölben, die durch zahlreiche Längs- und Querverwerfungen zerstückelt sind (Taf. II, Prof. 1—21).

Ueber das Alter und Verhältnis dieser Verwerfungen zueinander kann ich nach meinen Beobachtungen wenig aussagen. Cloos (81) hat für das Gebiet östlich der Langenbrucker Straße die Annahme gemacht, die Querstörungen seien älter. Ich glaube nicht, daß diese Annahme für mein Gebiet zutrifft. Die Querstörungen der Passwangkette lassen sich nicht mit Sicherheit durch das Tertiär der Mümliswiler Kette verfolgen. Doch scheinen sie auch hier vorhanden zu sein. Einmal liegen die Austrittsstellen von Querverwerfungen in der Passwang- und Faris-

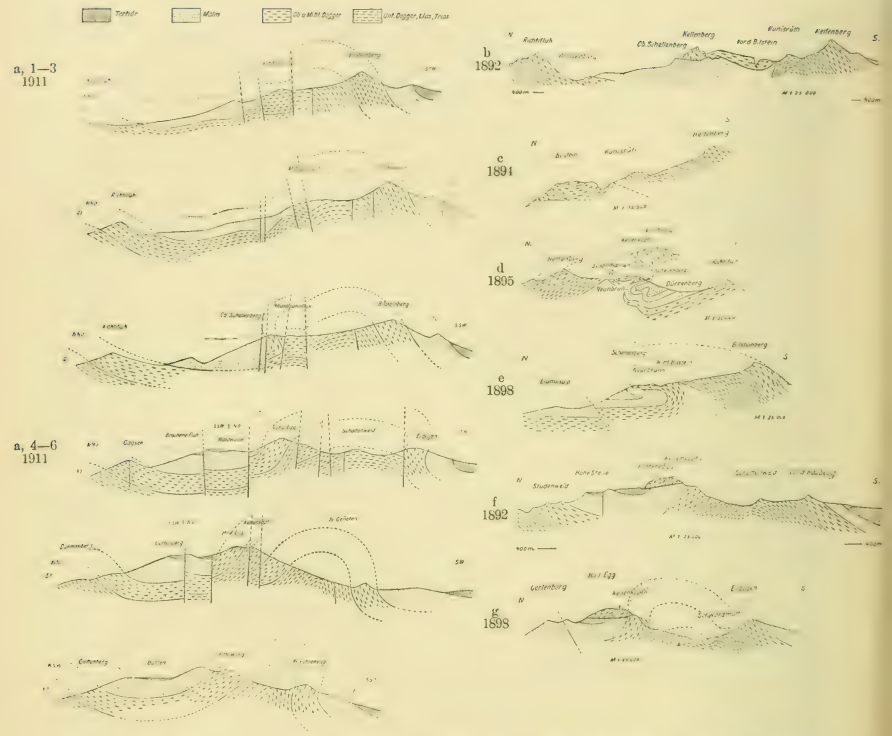


Fig. 4. a, 1—6. Halbschematische Profile durch die Passwangkette zwischen Bilstein-Richtifluh und Wiechtenegg-Passwang. 1 : 50 000.

a, 6. Die normal gebaute Passwangkette.

a1, a2, a3. Profile durch das Einbruchsgebiet von Bilstein-Neunbrunnberg von W. Delhaes.

b. Prof. durch Bilstein-Schellenberg nach Mühlberg (42, t. 9 f. 2 p. p.).

c. Prof. durch das Bilsteinplateau nach Rothpletz (70, pag. 74, fig. 35).

d. Prof. durch Neunbrunn-Schellenberg nach Ed. Greppin (15, pag. 175, Textfig.).

e. Dasselbe nach Rollier (65, t. 4 f. 24).

a4, a5. Profil durch das Einbruchsgebiet von Vord. u. Hint. Egg, Kellenköpfli von W. Delhaes.

f. Prof. durch Kellenköpfli, Hint. Egg nach Mühlberg (42, t. 9 f. 3 p. p.).

d. Prof. durch Kellenköpfli, Vord. Egg nach Ed. Greppin (15, pag. 175, Textfig.).

g. Prof. durch Kellenköpfli, Hint. Egg nach Rollier (65, t. 4 f. 18).

Die Signaturen der Originalprofile zu Fig. (b—g) sind in Uebereinstimmung mit denen von a, 1—6 gebracht.

bergkette mehrfach einander gegenüber; andererseits ist die Mächtigkeit der Molasse innerhalb der Synklinale sehr verschieden, wie ich das gleichfalls früher schilderte. Außerdem gehen die Querverwerfungen später teilweise in Längsstörungen über. Das ist z. B. bei der „Hauberg-verwerfung“ und anderen der Fall. Innerhalb der Ketten scheinen also Quer- und Längsstörungen miteinander zusammenzuhängen und miocän zu sein. Ob es im Norden, an der Grenze von Tafel- und Kettenjura, anders ist, wage ich nicht zu entscheiden. Ich sah Querstörungen der Ullmetkette in den Tafeljura eintreten, doch fand ich in der Nähe keine Tertiärablagerungen, die einen Beweis für das Alter der Querstörungen liefern könnten.

Farisberg- und Weissensteinkette in der Umgebung der Klusen.

Von **H. Gerth.**

Klus nennt man im Schweizer Juragebirge ein Tal, das eine Kette quer zu ihrer Streichrichtung durchschneidet. Zwei typische Beispiele für solche Durchbrüche durch die Juraantiklinalen sind die beiden Klusen von Oensingen und Mümliswil. Die sich in den Synklinaltälern sammelnden Wasser haben hier die beiden südlichsten Ketten des Gebirges die Farisberg- und Weißensteinkette, nacheinander durchsägt, wobei die südlichere Klus um $1^1/_2$ km gegen die nördlichere nach Westen verschoben ist. Diese Durchbrüche, in denen die Juragewölbe sehr tief angeschnitten sind, haben schon frühzeitig das Auge der Geologen auf sich gelenkt, besonders als man erkannt hatte, daß die Durchsägung mit einem anormalen Bau der Kette an dieser Stelle zusammenfällt.

Gressly (19) war der erste, der uns in seinen geologischen Beobachtungen über den Solothurner Jura eine Darstellung der geologischen Verhältnisse der Klusen gab. Er faßte die Klusen als Explosionskratere auf. Den tiefliegenden Rogenstein im Kern der Antiklinale hielt er für ein Stück des oberen Gewölbes, das während der Herauswölbung in den Krater gefallen und zerbrochen sei. Wie wir später sehen werden, hat dieser Erklärungsversuch, abgesehen von dem durch die damalige Vorstellung von der Gebirgsbildung bedingten Explosionskrater, im Grunde genommen ganz das Richtige getroffen. Auch Müller (51) hat die anormalen Lagerungsverhältnisse in der Oensinger Klus erkannt und durch Absenkung des Nordschenkels an einer senkrechten Verwerfung zu erklären versucht. Leider haben die älteren Deutungen wenig Beachtung gefunden. Auf den von Moesch und J. B. Greppin bearbeiteten Blättern der geologischen Karte im Maßstabe 1 : 100000 finden wir in den beiden Klusen ein regelmäßiges, bis auf den Lias erodiertes Gewölbe dargestellt. Erst Mühlberg (43) wies wieder auf den komplizierten Bau der Antiklinale im Gebiete der beiden Klusen hin und versuchte ihn durch Profile darzustellen.

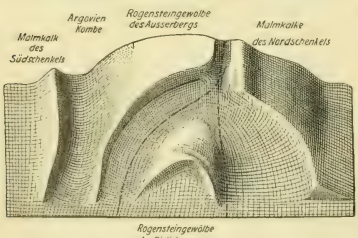


Fig. 5. Schematisches Relief der Südseite der Oensinger Klus.

Worin bestehen nun eigentlich die anormalen Lagerungsverhältnisse in den Klusen? Durchquert man eins der beiden Quertäler von S nach N, so trifft man zunächst auf den bei oberflächlicher Betrachtung vollkommen normal entwickelten Südschenkel des Gewölbes (vgl. das schematische Relief der Oensinger Klus, Fig. 5). Auf die Kalkmassen des oberen und mittleren Malm folgt die Kombe des Argovien und hierauf der Dogger mit den Kalkbänken des Rogenstein. Letztere ziehen, als Terrainkante stark herausragend, am Gehänge hinauf und bilden die hoch oben weit zurückliegende Wand der zirkusartig erweiterten Klus. Tief unten am Boden der Klus treffen wir im Scheitel der

Antiklinale an einer Stelle, an der man Lias und Keuper erwarten sollte, ein Gewölbe aus oolithischen Kalkbänken, das sich bei genauerer Prüfung ebenfalls als Rogenstein erweist. Auf dieses tiefliegende Doggergewölbe folgen nach Norden die Argovienkombe und schließlich die Malmkalke des Nordschenkels in offenbar normaler Lagerung. Auf der Nordseite zieht das Band der Malmkalke am Gehänge hinauf und bildet die oben zurückliegende Wand des Klusenzirkus, dessen südlicher Teil, vom Malm nur durch eine schmale Scharte getrennt, aus Rogenstein besteht.

Mühlberg (43, 362—67, Prof. IV—V) nimmt nun an, daß das tiefliegende Doggergewölbe im Zentrum der Klus seitlich unter die weit zurück- und hochliegenden Doggermassen des Klusenrandes fortsetze, und projiziert beide in seinen Profilen, durch eine flach nach S geneigte Ueberschiebungsfläche getrennt, in eine Ebene untereinander. Er glaubt, daß der südliche Teil der Antiklinale über den nördlichen hinüber geschoben sei. Diesen Vorgang denkt sich Mühlberg, wie er später an anderer Stelle (47) ausführte, folgendermaßen. Bei der langsamen Auffaltung der Kette begann sich in einer Einsattelung der Scheitellinie des Gewölbes ein Quertal, die heutige Klus, herauszubilden. Von diesem Quertal ausgehend, entstanden im Scheitel der Antiklinale beiderseits Längstäler, die sich bis auf den Rogenstein des Gewölbekerns einschnitten. Der Prozeß der Aufstauung dauerte immer weiter fort. Da, wo „der Zusammenhang der Schichten unterbrochen und der nördliche Rogensteinschenkel vielleicht durch Unterspülung etwas abgesunken war", führte er zu einer Ueberschiebung des höheren südlicheren Gewölbeteiles auf den tieferen Nordschenkel. Von Bedeutung ist, daß auch Mühlberg um eine der Ueberschiebung vorausgehende Absenkung des nördlichen Gewölbeteiles nicht herumkommt[1]).

Greppin (14, 144) will die Verhältnisse in der Mümliswiler Klus durch eine stark nach Norden übergelegte Falte des Dogger deuten. In der Oensinger Klus führte die liegende Falte zur Faltenverwerfung, an der die Ueberschiebung erfolgte. An beiden Orten will er einen ausgequetschten Mittelschenkel beobachtet haben. Die Kalke des weißen Jura ließen sich nicht so intensiv falten, sie wurden nur stark disloziert.

Rothpletz (70) führt in seinen geotektonischen Problemen die Klusen als Beispiel dafür an, wie durch seitlichen Druck in der Tiefe an flach geneigtem Bruchriß eine Ueberschiebung erfolgt.

Während alle diese Deutungen einen nicht unbeträchtlichen Schub von Süden benötigen, glaubte Steinmann (74) die Verhältnisse am besten durch zwei von Norden her in die Kette einspringende und sich schiefwinklig schneidende Verwerfungen deuten zu können. Sie erzeugten auf der Nordseite der Kette einen dreieckigen Ausbiß, der in die Tiefe brach. Ausgehend von dieser tektonischen Bresche, schuf die Erosion dann allmählich das Quertal der Klus. Diese zweifellos einfachste Erklärung Steinmanns hatte eine heftige Entgegnung Mühlbergs (47) zur Folge, die, wie schon erwähnt, die Veranlassung zu der vorliegenden Arbeit gab. An der Hand der Ergebnisse unserer Untersuchungen wollen wir versuchen, in Folgendem die Anschauungen Mühlbergs zu widerlegen.

1) Die größte Schwäche des Mühlbergschen Erklärungsversuches, die starke Erosion in der Zeit zwischen der Auffaltung und der Ueberschiebung, glaubte Buxtorf (6) neuerdings beseitigen zu können. Er nimmt an, daß die ursprünglich auf dem tiefen Doggergewölbe liegenden Malmschichten vor der Stirn der Ueberschiebung aufgestülpt und angehäuft worden seien.

H. Die Farisbergkette.

(Taf. III, Prof. 1—17.)

19. Das Beretengewölbe.

Wie wir im orographischen Ueberblick erwähnten, wird die Farisbergkette am Ostrande unserer Karte bei Langenbruck von einem Quertal durchbrochen. Auf der Südseite der Antiklinale setzen die Schichten offenbar ungestört über das Tal hinüber. Auf der Nordseite ist es dagegen nicht unwahrscheinlich, daß die „Kräheggverwerfung“ (8, 31) aus dem Südschenkel der Passwangkette noch ein Stück in die Nordflanke der Farisbergkette bei Langenbruck fortsetzt und hier eine mit dem Quertal zusammenfallende Verschiebung der Schichten verursacht. Im O des Langenbrucker Tales ist die Farisbergkette auf weite Erstreckung tief aufgebrochen und gegen das Tal hin bis auf den Keuper erodiert. Der tiefe Aufbruch setzt auch nach W noch ein Stück fort, bis sich die Kalke der Rogensteinschenkel in der Wannenfluh über ihm zusammenschließen und das geschlossene Rogensteingewölbe des Beretenkopfes bilden. In der Wanne selbst sind die tieferen Schichten nur schlecht aufgeschlossen; namentlich in dem unteren Teil ist alles mit Lehm und Schutt bedeckt. Das Zutagetreten des Keupers im Kern der Antiklinale kann man nur aus den Verhältnissen der östlichen Talseite und einem kleinen Vorkommen von steilgestellten Liaskalken am nördlichen der beiden die Wanne entwässernden Bäche schließen. Die Schichten der beiden Gewölbeschenkel sind im Bereiche der Wanne sehr steil gestellt (Prof. 1, 2). Auf der Südseite stehen sie saiger, und die höheren Partien haben allenthalben nachträglich starke Ueberkippungen erfahren. Diese dehnt sich sogar bis auf die obersten Kalkbänke des Hauptrogenstein aus, besonders da, wo er von kleinen Verwerfungen durchsetzt wird, wie bei Egg und dem „l“ von Beretenwald. Diese Sprünge möchte ich mit der Biegung in Zusammenhang bringen, die die Streichrichtung des Südschenkels hier erfährt. In dem Sprunge bei Egg mag aber auch die schon erwähnte Kräheggverwerfung wieder angedeutet sein, die ich in der aufschlußlosen Wanne nicht weiter verfolgen konnte. Auf der Nordseite weist das isolierte Vorkommen flach nach N fallender Kimmeridge- und Sequankalke bei Fraurüti auf die Verflachung der Mümliswiler Mulde hin. Die Molasse streicht schon in der Gegend von Bachtelen aus. Südlich dieses Hofes sind die Malmkalke des Nordschenkels wieder in Zusammenhang erhalten. Nördlich Holderbank hören auch auf dem Südschenkel die Ueberkippungen auf, und die Malmkalke nehmen allmählich flachere Lagerung an.

Der Beretenkopf repräsentiert sich als ein normal gebautes Gewölbe mit steilgestellten Schenkeln. Sein Scheitel ist überall bis auf die obersten Schichten des Rogenstein erodiert. Reste des Callovien, das die Mühlbergschen Profile angeben, konnte ich auf der Höhe nirgends beobachten (Prof. 3). Zu erwähnen ist noch ein kleiner Grabeneinbruch im Nordschenkel des Rogensteingewölbes des Beretenkopfes, etwas östlich des Hofes Schloßweidli, der sich bis auf die Höhe des Berges verfolgen läßt.

20. Das Klusenzwischenstück.

Die Antiklinale des Beretenkopfes wird im W durch die „Beretenverwerfung“ abgeschnitten. An dieser Störung ist das Klusenzwischenstück über 200 m abgesunken[1])

1) Wenn Steinmann ca. 150 m als Sprunghöhe für die Verwerfung annahm, so ist das als keineswegs zu hoch bemessen, wie Mühlberg behauptet. Dem viel zu geringen Betrag von 60 m, den dieser Autor angibt, gegenüber ist zu bemerken, daß man unter Sprunghöhe allgemein die Vertikaldistanz der normal liegenden ungestörten Schichten versteht und nicht den Abstand der geschleppten Schichtenden an der Verwerfung selbst.

und fast um 1 km nach Süden verschoben. Den Uebergang vermittelt der Farisberg. An seinem Westrande, am Absturz in die Klus, liegen die obersten Schichten des Hauptrogenstein, die groben Oolithe der *Ferrugineus*-Schichten, im Gewölbescheitel in 800 m Höhe, im O des Farisberg bei dem Hofe Graben in 880 m Höhe. Auf dem Beretenkopf habe ich die gleichen Schichten nur am Mätteli in 1100 m Höhe erhalten gefunden. An der Verwerfung selbst wird die gewaltige Sprunghöhe durch die Schleppung der Schichten verwischt. Schon von Punkt 1065 am Beretenkopf an sind die Bänke des Rogenstein des Gewölbescheitels nach W heruntergebogen. An dem Bruche selbst, am Waldrande, stoßen sie in einer kleinen Steilwand an die in die Höhe gezogenen Argovienschichten des Farisberggewölbes. Die Verwerfung tritt unterhalb des Hofes der Schloßweidli von N in die Kette ein. Wenn auch in den steilgestellten Malmkalken des Nordflügels eine seitliche Verschiebung der Schichten kaum zu konstatieren ist, kommt die Störung doch sonst gut zum Ausdruck. Der steil aufsteigende Malmkamm, der von dem von der Breitehöhe zur Schloßweidli führenden Weg durchschnitten wird, fällt nach W hin plötzlich ab. In seiner Fortsetzung sind die tiefliegenden Köpfe der Malmkalke ganz überkippt und stellenweise ausgebrochen (Prof. 4). Die starke Ueberkippung ergreift hier zwischen dem Schloßweidli und dem Beretenhof die ganzen Schichten des Argovien, ja sogar noch den Spatkalk des Callovien. Ich möchte die Ueberkippung für eine sekundäre Erscheinung am steilen Gehänge in den durch die „Beretenverwerfung" dislozierten Schichten halten. Unter dem Hofe des Schloßweidli wird die seitliche Verschiebung der Horizonte an der Störung deutlich. Hier hören die Callovienschichten der Beretenantiklinale nach W hin auf, sie stoßen an Effingerschichten des Farisberggewölbes. Oberhalb des Hofes kommen am Waldrande dann die an dem Bruche in die Höhe gezogenen Callovien- und Argovienschichten des Klusenzwischenstücks mit dem Rogenstein der Beretenantiklinale in Berührung.

Größere Komplikationen verursacht die Störung auf der Südseite der Antiklinale. Die Herausschiebung des Klusenzwischenstückes nach S ist dort viel deutlicher als im N. Den Uebergang vermittelt eine sekundäre, flexurartige Wölbung im Malm der Südflanke der Beretenantiklinale in der Gegend der Rinderweid (Prof. 5). Sie streicht NO/SW und verbindet so den Südschenkel des Beretengewölbes mit dem etwa 1 km nach Süden verschobenen und rein O/W streichenden Südschenkel des Klusenzwischenstückes. Schon im Gassenacker nordwestlich Holderbank fallen die Malmkalke flacher und nehmen SW-Streichen an. Jenseits des Tälchens im W des Rinderweidhöfli legen sich die Sequankalke in flacher Lagerung über die Argovienschichten herüber und bedecken die ganze Rinderweid (Prof. 6). Das Uebergangsstück der Rinderweid wird im W durch eine, die Südflanke der Farisbergkette in N/S-Richtung durchziehende, Störung abgeschnitten, die wahrscheinlich in enger Beziehung zur „Beretenverwerfung" steht. Wenn sich auch der Bruch in den weichen Schichten des Argovien nicht verfolgen läßt, so tritt er doch in den Kalken des Malm recht scharf hervor. Im Staldenhölzli beobachten wir die in flacher Lagerung zum Rinderweidli hinaufziehenden Sequan- und Kimmeridgebänke, sie setzen nach W nicht fort. Auch die scharfe Umbiegung zu dem steil in die Tiefe setzenden Südschenkel ist zu Bruche gegangen. An dem in den Augstbach eingebauten Wehr können wir noch Reste des steilgestellten und aus der Kette herausgedrängten Schenkels beobachten. Hier setzt die Verwerfung durch. Auf eine kurze Strecke sind die anstehenden Malmkalke des Südschenkels überhaupt verschwunden, und die dahinter liegenden Schichten des Argovien drängen durch die Lücke nach. Weiter nach W treffen wir dann den steilgestellten Südschenkel des Klusenzwischenstückes.

Oestlich „Enge Klus“ ist er ganz überkippt, das Kimmeridge wird von den Kalken des mittleren und oberen Sequan und den *Crenularis*-Schichten bedeckt.

Die Entstehung des Verbindungsgliedes der Rinderweid denke ich mir folgendermaßen: Bei der Bildung des Klusenzwischenstückes wurde der Südschenkel des Beretengewölbes weit nach Süden gezerrt, bis es schließlich östlich „Enge Klus“ zum Bruche kam. Dann sank das nach S gezerrte Stück in sich zusammen, so erklärt sich die tiefe Lage der Malmkalkplatte der Rinderweid. Hierbei kam die scharfe Umbiegung des Schenkels zur Tiefe, der schon durch die Herausdrängung nach S stark disloziert war, zu Bruch. Höhere Partien der Malmkalkplatte rutschten über die überkippten Schichten ab. Sie bilden heute die unterhalb des Staldenhölzli liegenden Trümmermassen, durch die sich der Augstbach nur mühsam einen Weg gebahnt hat. Bei den Dislokationen kam es nicht immer zu scharfen Verwerfungen, vor allem nicht in den weichen mergeligen Schichten. Oft entstanden nur flexurartige Biegungen. Eine solche können wir im Spatkalk des Callovien in dem Bachriß oberhalb des Rinderweidhütli beobachten. Westlich Punkt 898 erleidet das Spatkalkband eine bedeutendere Störung. Seine Fortsetzung liegt plötzlich ca. 10 m tiefer am Gehänge, der W-Teil ist abgesunken, der östliche, mit dem Südschenkel des Beretenkopfes in Verbindung stehende hoch geblieben. In den weichen Schichten des Argovien läßt sich die Verwerfung nicht weiter verfolgen, aber offenbar findet sie ihre Fortsetzung in dem Sprung, der Oestlich „Enge Klus“ die Malmkalke des Klusenzwischenstücks vom Südschenkel der Beretenantiklinale trennt. Es handelt sich hier also wohl um eine Abzweigung von der „Beretenverwerfung“, die, wie wir sehen werden, in der Weißensteinkette wahrscheinlich ihre Fortsetzung findet.

Von der Südwestecke des Beretenkopfes nimmt die Beretenverwerfung eine mehr WSW-Richtung an. Sie schneidet in die Ostflanke des Farisbergrogensteingewölbes ein und läßt sich bis in die Argovienkombe nördlich der Schloßfluh verfolgen. Wie der Südschenkel der Beretenantiklinale sich dem Klusenzwischenstück anpaßt, so vermittelt das Doggergewölbe des Farisberg, wie schon erwähnt, den Uebergang zum Beretenkopf. Es ist gegen die Verwerfung hin nach N gezogen und nicht so tief gesunken. Die Zerrung hat auf der Südostflanke verschiedene sich von der „Beretenverwerfung“ abzweigende, sekundäre Sprünge zur Folge. Einer derselben läßt sich bis über den Farisberghof hinauf verfolgen. Die zwischen ihm und der „Beretenverwerfung“ liegende Scholle ist in ihrem südlichen Teile besonders tief gesunken (Prof. 6, 7).

Auf der Nordseite des Farisberggewölbes ist oberhalb des Holzapfelweidli die Breite der Argovienkombe stark verringert, die steilgestellten und reduzierten Malmkalke des Schattenberg hören gegen W plötzlich auf. Die Scholle stark reduzierten und überkippten Malmkalkes oberhalb des hinteren Kriesihofes, die wir als ihre Fortsetzung ansprechen könnten, ist nach S verschoben. Hier tritt eine neue Verwerfung in die Kette ein. Längs ihr ist der Nordschenkel des Farisberggewölbes in die Tiefe gebrochen, sie sei deshalb „Farisbergverwerfung“ genannt. Der Bruch schneidet in NO/SW-Richtung in die Kette ein. Während die Doggerkalke des Farisberggewölbes oberhalb des Regenrain scharf von ihm abgeschnitten werden, haben die Schichten des abgesunkenen Nordschenkels bedeutende Schleppung erfahren (Prof. 6—8). Hierher gehört die schon erwähnte Malmkalkscholle nördlich Kriesihof. Weiter im W sind die steil in die Höhe geschleppten Schichten beim Eintreten der Erosion überkippt worden und schließlich ausgebrochen und abgerutscht. Auch der Druck des hochgebliebenen Gewölbeteils gegen den abgesunkenen mag hierbei eine Rolle gespielt haben. So erklären sich die Trümmermassen und Schollen, die jetzt im Regenrain vor der

Kette auf der Molasse ruhen. Am Spitzflüli treten an dem Bruch neben den Schichten des Argovien auch geschleppte Fetzen des Calloviens patkalkes auf.

Vom Spitzflüli an springt die Verwerfung plötzlich mit fast südlicher Richtung tief in die Kette ein. In ihrer Mitte trifft sie unter nahezu rechtem Winkel auf eine zweite von W kommende und ebenfalls in die Klus einspringende Verwerfung. Ganz analog dem Farisberg ist an dieser der Nordschenkel des Oberberggewölbes abgesunken, ich nenne sie daher „Oberbergverwerfung". Beide heben sich gegenseitig auf, aber das ganze nördlich von ihnen gelegene, dreieckige Stück der Kette ist in die Tiefe gebrochen. Zu dieser abgesunkenen Partie gehört der Rogenstein tief unten am Boden der Klus, der jetzt vom Mümliswilbach durchschnitten wird[1]). Sein normal Hangendes sind die Malmkalke des abgesunkenen Nordschenkels (Prof. 9). Die dreieckige, tief in die Kette einspringende Bresche hat sich die Erosion zunutze gemacht und durch Ueberwinden des Riegels, den ihr der Südschenkel noch bot, das Quertal geschaffen. Nachträglich ist dann der dreieckige Ausbiß durch seitliche Erosion zu dem weiten Kessel der Lobisei erweitert worden.

Dort, wo die Farisbergverwerfung am Spitzflüli in schräger Richtung in die Kette einspringt, sind die Rogensteinbänke des Farisberggewölbes entlang der Bruchlinie ca. 100 m steil in die Tiefe heruntergebogen[2]). Diese kolossale Schleppung läßt sich bis weit in die Klus hinein verfolgen, wo sie in den Schichten des unteren Doggers noch angedeutet ist. An der Stirn des eingebrochenen Rogenstein in der Klus konnte ich keine Aufbiegung erkennen, wohl ist sie an den Malmkalken des Nordschenkels am Spitzflüli sehr deutlich zu sehen. Offenbar ist der Rogenstein glatt in die Tiefe gebrochen, während es in den Malmkalken überhaupt nicht zum Bruch, sondern nur zu einer flexurartigen Abbiegung kam, längs einer vom Spitzflüli direkt zum Oberberg herüberziehenden Linie (punktierte Linie Prof. 9); eine Annahme, zu der uns besonders ganz analoge Verhältnisse in der Oensinger Klus führen werden. Auf der Westseite der Klus sind die Schleppungserscheinungen durch die Erosion nachträglich verwischt worden.

Der Oberberg zeigt den für das Klusenzwischenstück charakteristischen Bau, eine weite Antiklinale mit fast ebenem Scheitel, steilem Südschenkel und flacherem, in die Tiefe gebrochenem Nordschenkel (Prof. 10—13). Auf der Höhe des Berges sind auf dem flachen Gewölbedach noch die Schichten des Callovien bis zum Spatkalk erhalten. Durch das Absinken des Nordschenkels stoßen an der Verwerfung die Malmkalke und etwas steil in die Höhe geschlepptes Argovien unmittelbar an die flachliegenden Doggerschichten des Gewölbedaches. Die Argovienkombe, die man hier erwarten sollte, ist durch die Störung ganz in Wegfall gekommen.

21. Das Breitenberggewölbe.

Gegen die Westgrenze des Klusenzwischenstückes stellen sich neue Komplikationen ein, indem hier gerade wie im O ein Uebergang zu dem nun folgenden Breitenberggewölbe angebahnt wird. Das auftauchende Breitenberggewölbe äußert sich zuerst in einer Aufwölbung in dem abgesunkenen Nord-

1) Wie wir später in der Oensinger Klus sehen werden, so scheint auch hier der westliche Teil der eingebrochenen Scholle am Oberberg nicht so tief abgesunken zu sein wie der östliche.

2) Steinmann hat zuerst auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht. Da sich eine derartige Schleppung der Schichten längs einer schräg in die Kette einspringenden Linie mit einer Ueberschiebung nicht vereinbaren läßt, wird sie von Mühlberg einfach abgeleugnet. Er kennt nur die oben auch erwähnten 10—20 m hohen Kluftwände des Rogensteins östlich Spitzflüli oberhalb des Regenrain.

schenkel des Oberberg in der Gegend von Vollen. Diese Aufwölbung hat natürlich ein Hinausrücken und Steilstellen des Schenkels zur Folge. Die Kalke des Malm sind an dieser flexurartigen Auf- und Ausbiegung der Schichten vollkommen zu Bruch gegangen. Zwischen den flach ansteigenden Kimmeridgebänken des Winterwald und den steilgestellten Malmkalken des Altermattsberg ist in der Region der Hochmatt jetzt kein anstehender Sequan- und Kimmeridgekalk mehr vorhanden. Alles liegt draußen in Trümmermassen der Kette vorgelagert, die das Plateau von Förstlen bilden (Prof. 12).

Die Breitenbergantiklinale wölbt sich nach W immer stärker empor, und südlich Schinboden taucht ihr Rogensteinkern aus dem Mantel von Callovien und Argovien heraus (Prof. 14, 15). Hier wird nun die Kette in NO/SW-Richtung von einer neuen Störung durchschnitten, der „Breitenbergverwerfung". In dem steilgestellten Nordschenkel führt sie nur zu unbedeutenden Verschiebungen der Schichtbänder; die Malmkalke weisen bei P. 812 starke Ueberkippung auf. Die Verwerfung schneidet dann in das Breitenberggewölbe selbst ein und senkt seine im Nordflügel des Klusenzwischenstückes gelegene Spitze ab. Dann trifft sie auf die „Oberbergstörung", die nun SW-Richtung annimmt. Die Südflanke der Kette durchbricht sie jedoch nicht; sie läuft in ihr entlang und senkt den Südschenkel des Breitenberggewölbes ab (Prof. 16, 17). Dieser Südschenkel geht in das Oberberggewölbe des Klusenzwischenstückes über, das sich in gleichem Maße auf der Südseite herauswölbt, wie der Breitenberg im N untertaucht. Beide lösen sich also gegenseitig ab. An dem W-Teil der „Oberberg"- und „Breitenbergverwerfung" ist das Klusenzwischenstück, ganz wie im O am Beretenkopf, um ca. 200 m am Breitenberg abgesunken. Außerdem ist die Antiklinale des Breitenberg gegen die des Klusenzwischenstückes nach N verschoben, und die rein O/W-Streichrichtung geht in eine NO/SW-liche über. Den Uebergang vermittelt auf der Südseite die Scholle von Bremgarten. In ihr senkt sich der Scheitel des Oberberggewölbes immer mehr, nur seine Stirn ist längs der Störung gegen den Breitenberg hin in die Höhe geschleppt. Die steil aufgerichteten Schichten bilden dann weiter nach W den Südschenkel der Breitenbergantiklinale, und in einer Flexur desselben klingt am Sonnenberg das Oberberggewölbe aus (Prof. 15—17). Gerade wie in dem Uebergangsglied der Rinderweid zum Beretenkopf im O des Klusenzwischenstückes, so ist auch hier die Scholle von Bremgarten besonders tief eingesunken, wie das die bis auf den Gewölbescheitel hinaufreichenden Malmkalke bei Fingertuelen beweisen.

Auch eine Herausbiegung der Schichten des Südschenkels nach S hat hier wieder stattgefunden, da ja das Klusenzwischenstück gegen den Breitenberg nicht unwesentlich verschoben ist. Diese Zerrung führte zwischen Höngen und Bisecht zum Bruch. Schon bei Bisecht sind die Schichten des steilgestellten Schenkels des Oberberggewölbes ganz überkippt, und bei Höngen selbst sind sie auf eine große Strecke hin ausgebrochen. Gerade wie am Ostende des Klusenzwischenstückes, sind der Kette hier wieder gewaltige Schutt- und Trümmermassen vorgelagert. Sie nehmen bei Höngen ein sehr großes Areal ein und ziehen sich bis zu der von Balsthal nach Welschenrohr führenden Straße herunter, die sie in der Vogelsmatt erreichen. Auch hier müssen wir annehmen, daß beim Einsinken des Oberberggewölbes ganze Partien ans dem Gewölbedach über die steilen Schenkel zum Abrutsch kamen. Von Höngen bis nördlich Laupersdorf finden wir heute keine anstehenden Kalke des Südschenkels mehr, alles ist hier mit Schutt und Trümmern bedeckt. Erst im Steffensrain treten

uns wieder steil nach S geneigte Kimmeridgebänke entgegen. Sie biegen hier nach N in die Streichrichtung des Breitenberggewölbes ein.

Zu größeren Komplikationen kam es dort, wo die „Breitenbergverwerfung" auf die des Oberberg trifft (nördlich Bremgarten). Die Südflanke der abgesenkten Spitze des Breitenberggewölbes ist gegen die „Oberbergstörung" steil in die Tiefe gebrochen, während an dieser selbst der Rogenstein der Stirn des untertauchenden Oberberggewölbes aufgebogen ist. Diese Aufbiegung führte zu untergeordneten Brüchen und flexurartigen Stauchungen, wie wir sie in dem kleinen Tälchen oberhalb Schinboden gut aufgeschlossen beobachten können. Am Breitenberggewölbe sank zunächst längs des W-Teiles der „Oberbergverwerfung" das Oberberggewölbe unter starker in die Höhe Schleppung seiner Stirn in die Tiefe. Dann brach an der Fortsetzung der Störung der Nordschenkel der Oberbergantiklinale ein, was schließlich noch die Absenkung der Spitze des Breitenberggewölbes an dem „Breitenbergsprung" zur Folge hatte. So müssen wir uns die komplizierten tektonischen Verhältnisse im W des Klusenzwischenstückes erklären.

Den Bau der Breitenbergantiklinale erläutert uns das Prof. 17. Wie schon erwähnt, ist ihr Südschenkel abgesunken, aber auch der Hauptteil des Gewölbes muß dann nachträglich noch eine Einsenkung erfahren haben. An der Verwerfung finden wir nämlich am Südrande des Laupersdorfer Stierenberg den in die Höhe geschleppten oberen Rogenstein des abgesunkenen Südschenkels in Kontakt mit heruntergebogenen *Varians*-Schichten des hochgebliebenen Gewölbeteiles, die ursprünglich eine höhere Lage an der Störung eingenommen haben müssen. Die Nordflanke des Breitenberg ist nur auf kurze Erstreckung hin normal gebaut. Bald weisen die höheren Schichten des Schenkels wieder

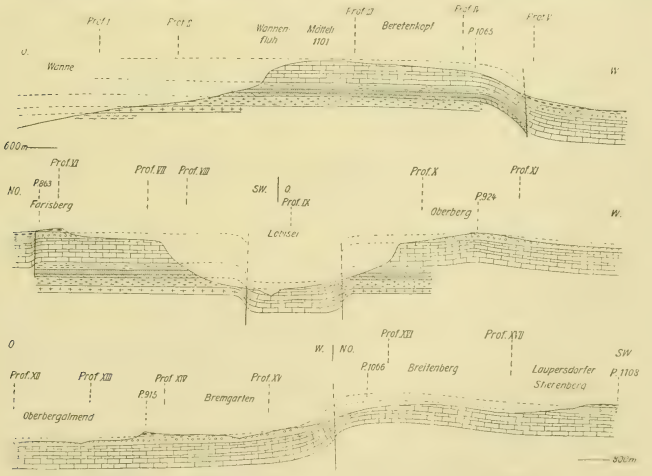


Fig. 6. Längsprofil durch den Scheitel der Farisbergkette in der Umgebung der Mümliswiler Klus. (Maßstab und Schraffur wie bei den Profilen der Tafeln.)

starke Ueberkippung auf, und bei der Unteren Rüti beginnen neue Störungen, die aber hier nicht mehr besprochen werden sollen, weil sie größtenteils außerhalb der Karte liegen.

Die weite grabenartige Einsenkung des Klusenzwischenstückes zwischen Breitenberg und Beretenkopf, sowie der Einbruch in der Klus selbst tritt in dem Längsprofil (Fig. 6), das durch den Scheitel der Kette gelegt ist, besonders schön hervor.

J. Die Weissensteinkette.

Von **H. Gerth.**

22. Die Kette zwischen Holderbank und Oberbuchsitten.

Wie wir im orographischen Ueberblick schon darlegten, klingt die Weißensteinkette nach O in einer flexurartigen Aufwölbung des Südschenkels der Hauenstein-Farisbergkette aus, die sich nach Mühlberg bis in die Gegend von Aarau verfolgen läßt. Beim Eintritt in unsere Karte ist sie dagegen bereits ein ganz ansehnliches Gewölbe, in dessen Scheitel die Malmkalke der Erosion anheimgefallen sind. Zwischen den steilen Schenkeln hat das weite Gewölbedach eine flache Einsattelung erfahren. Die höchste Aufbiegung liegt im nördlichen Teil. Im Bereiche der Josenmatt hat die Erosion die Schichten des Callovien bloßgelegt, während sich weiter nach W infolge eines erneuten Senkens der Scheitellinie das Argovien wieder darüber legt (Prof. 5, 6). Diese Senkung im Scheitel der Kette zwischen Holderbank und Oberbuchsitten ist wohl mit die Ursache für die Komplikationen in den Schenkeln, die hier ihren Anfang nehmen.

Unterhalb der oberen Wieshöfe führt die Steilstellung des Nordschenkels zu Reduktionen und Ueberkippungen in den Malmkalken (Prof. 6). Die Trümmer und Schollen, die in der Gegend von „Untere Wies“ auf der Molasse ruhen, rühren von größeren Abrutschungen her. N des Hauses „Hochmatt“ bei P. 770 sind die Kalke des Nordschenkels ganz zum Ausbruch gekommen. Offenbar setzt hier eine Querstörung durch, die den O-Teil des Schenkels von der ganz anders gebauten und nach N herausgerückten „Tiefmattscholle“ trennt.

Bei Tiefmatt beobachten wir Sequankalke, die in flacher Lagerung ziemlich hoch auf die Gewölbeflanke heraufgreifen. In der scharfen Umbiegung zu den steilgestellten Schichten des Schenkels im Schattenwald kommt es zum Bruch, wie wir das in der Farisbergkette so oft gesehen haben (Prof. 7). In einer Aufwölbung in der Mitte des flachen Gewölbedaches ist der ursprüngliche Scheitel der Antiklinale noch angedeutet. Er ist südlich Tiefmatt in einem tief bis in das Callovien einschneidenden Bach gut aufgeschlossen.

Auch im Südschenkel beginnen in dieser Gegend die Komplikationen. Wenn sich in den weichen Argovienschichten des Gewölbescheitels keine die ganze Kette quer durchsetzenden Verwerfungen verfolgen lassen, so ist es doch nicht ausgeschlossen, daß die Sprünge, die die Kalke der Gewölbeflanken beiderseits durchsetzen, ursprünglich miteinander in Beziehung gestanden haben. Bis zu dem großen Steinbruch östlich Oberbuchsitten, in dem die Schichtflächen des Kimmeridge auf große Erstreckungen entblößt sind, ist der Südschenkel normal gebaut. Dann reichen in der Hardt flach gelagerte Sequan- und Kimmeridgekalke, gerade wie in der „Tiefmattscholle“ auf der Nordseite, ziemlich hoch auf die Gewölbeflanke hinauf. Der Rand der Scholle ist durch kleinere Brücke zerstückelt und in verschiedenes Niveau gebracht. Die scharfe Umbiegung zu dem steilen Südschenkel ist offenbar auch hier zu Bruch gegangen, denn oberhalb Oberbuchsitten ist alles mit verstürzten Blöcken bedeckt.

Jenseits des tief eingeschnittenen Wengigraben treffen wir auf eine andere flachliegende, bis zum Hohewald hinaufziehende Sequan-Kimmeridgescholle, die gegen die Hardt nicht unwesentlich nach S aus der Kette herausgeschoben erscheint. Ich glaube, daß die ganze Kalkplatte des Ellbogen über ihren steilgestellten Schenkel hinweg etwas aus der Kette herausgerutscht ist (Prof. 8). Hierfür spricht vor allem die starke Zertrümmerung der Umbiegung an der Stirn, die man bei den westlichsten Häusern von Oberbuchsitten beobachten kann.

Die tiefe Lage und Zerstückelung der Malmkalkschollen der Hardt, des Hohewald und der Tiefmatt halte ich für eine Folge der starken nachträglichen Einsackung der Kette in dieser Gegend. Sie war auch die erste Veranlassung für die tief einschneidende Erosion des von Tiefmatt nach Oberbuchsitten herunterziehenden Baches, die schon fast zu einer vollständigen Durchsägung der Kette geführt hat.

23. Das Roggengewölbe.

Auf der Aufwölbung in der Mitte des weiten Gewölbedaches liegen jenseits der tiefen Schlucht südlich Tiefmatt über der aus Schichten des Argovien gebildeten Alphöhe wieder Kalke des Sequan und Kimmeridge. Sie bilden das Ostende der Malmkalkplatte des Roggen, die, ringsum von steilen Fluhwänden begrenzt, auf dem Scheitel der Antiklinale schwimmt und nirgends mehr mit den Kalken der Schenkel in Verbindung steht (Prof. 9—13). Es ist eine ganz ebene Schichtplatte, die nur längs einer schräg zur Kette verlaufenden Linie zwischen „auf dem Roggen“ und der Hauensteinmatt etwas eingeknickt ist[1]). Hier beginnt die Scheitellinie der Antiklinale wieder anzusteigen und klingt die Aufwölbung im Gewölbedach aus.

Auch die Südflanke des Gewölbes wird westlich Oberbuchsitten wohl noch von einer Störung durchsetzt, jenseits der sie höher aufgewölbt ist, und der Südschenkel gegenüber der Scholle Hohewald-Ellbogen in die Kette hereingerückt erscheint (Prof. 10—12). Diese Annahme stützt sich besonders auf das Vorkommen steil nach S fallender Kimmeridgekalke im Wendelboden zwischen P. 737 und 684. Es ist das das letzte Vorkommen anstehender Malmkalke des Südschenkels, weiter westlich finden wir sie bis in die Nähe der Klus nirgends mehr. Von dem Rand des Roggenplateau an ist hier die ganze Flanke des Gewölbes mit Schutt, Trümmern und noch im Zusammenhang befindlichen Schollen von Malmkalk bedeckt, unter denen hier und da die mergeligen Schichten des Argovien hervorkommen. Die Trümmermassen bilden am Fuße der Kette kleine Hügel und Plateaus, die sich bis auf das Molasseland erstrecken.

Ganz die gleiche Erscheinung treffen wir auf der Nordseite des Roggen. Auch dort finden wir auf einer großen Strecke keinen anstehenden Malmkalk des Schenkels mehr, sondern nur Blockmassen und verrutschte Schollen. Sie erfüllen die ganze Balsthalmulde und treffen mit den von der Farisbergkette herunterkommenden Trümmermassen zusammen, so daß sich der Augstbach erst mühsam einen Weg durch das Blockmeer bahnen muß.

Den Ausbruch der Sequan- und Kimmeridgeschichten der Schenkel auf beiden Seiten des Roggengewölbes halte ich für die gleiche Erscheinung, die wir in der Farisbergkette im kleinen schon öfter kennen gelernt haben. An der gerade hier besonders schroffen Gewölbeumbiegung kam es in den

1) An der Stelle, an der dieser Knick den Nordrand des Roggenplateau erreicht, tritt am Fuße der Malmkalke über den Mergeln der Geisbergschichten eine starke Quelle aus, die wohl den größten Teil der auf der Hauensteinmatt versickernden Niederschläge gesammelt hat. Durch Unterspülung ist dort im Hochwald eine Scholle am Rande der Malmkalke eingesunken und etwas abgerutscht.

Kalken zum Bruch, wie wir es in der Scholle nördlich Tiefmatt im Anfangsstadium beobachtet haben. Teile der Schichten des Gewölbedaches rutschten über die steilen Schenkel ab, wobei diese überkippt, abgeschürft und ausgebrochen wurden. Die beiderseitige Verbindung der Malmkalke im Scheitel des Roggen mit den Schenkeln ist in großen Schollen abgerutscht und dann von der Erosion noch vollständig entfernt worden. Auf diese Weise müssen wir uns die heutige Isolierung des Roggenplateau erklären.

24. Die Oensinger Klus.

Dort, wo sich das Plateau der Hauensteinmatt zu dem weit nach W reichenden Sporn der Roggenfluh verschmälert, treffen wir oberhalb Bläsisrütti wieder anstehende Malmkalke des Nordschenkels. Aber bei genauerer Prüfung finden wir, daß es sich um eine sehr reduzierte Schichtfolge handelt; das Sequan tritt nur in Fetzen an ihrem Innenrande auf. Die Kalke stellen die in die Höhe geschleppte Stirn des an einer Verwerfung in die Tiefe gebrochenen Nordschenkels der Roggenantiklinale dar. Ich nenne die Störung deshalb „Roggenverwerfung" (Prof. 12—15). Da sie genau gegenüber der Stelle in die Weißensteinkette eintritt, an der den Südschenkel der Farisbergkette ein Zweig der „Beretenverwerfung" verläßt, liegt es nahe, wie das Steinmann auch tat, beide miteinander durch die Balsthalmulde hindurch in Verbindung zu bringen Tatsächlich nimmt die Tertiärmulde jenseits dieser Linie plötzlich an Breite zu, wie das die tiefere Lage zwischen zwei gesenkten Gewölbeteilen ja erfordert.

Längs des Nordflügels des Roggen beobachtet man oberhalb Balsthal zwischen dem Molasseland und der auf den Argovienschichten des Gewölbedaches liegenden Roggenweid eine Steilwand, gebildet aus den an der Verwerfung steil aufgebogenen Malmkalken. Daß es sich hier um eine ganz plötzliche Aufbiegung in Gestalt einer Schleppung handelt, beweist neben der Reduktion der Mächtigkeit das hohe Hinaufreichen der Molasse. Bei genauerem Studium weist der Steilabsturz noch verschiedene Komplikationen auf.

Westlich Teufelsloch nehmen die Kimmeridgebänke vorübergehend eine flachere Lagerung ein, Die Verwerfung springt tiefer in das Gewölbe ein, es scheint hier auch noch ein Stück der Gewölbeumbiegung abgesunken zu sein. Dann sehen wir dort, wo die vom Roggenhaus nach Balsthal herunterführenden Steige die Weide verlassen, eine vollkommen flachliegende Callovienscholle auf den Schichtköpfen der hier bis zur Saigerstellung aufgebogenen Kimmeridgefelsen ruhen. Zwischen dem Callovienspatkalk und dem Malm finden wir Reste von verquetschtem Argovien. Da gleich etwas oberhalb an dem erwähnten Steig die Verwerfung zwischen dem steil in die Tiefe geschleppten Spatkalk und den Sequankalken ganz deutlich aufgeschlossen ist, kann es sich bei der Ueberlagerung nur um eine ganz lokale Erscheinung handeln. Ich glaube, daß hier zunächst aus den an der Verwerfung senkrecht gestellten Malmkalken eine Scholle ausgebrochen ist. Tatsächlich finden wir Reste einer solchen noch heute unten auf der Molasse bei P. 638 liegen. Hierauf drängte das an der Verwerfung in die Tiefe geschleppte Callovien der Stirn des Gewölbedaches in die Lücke nach, und ein Stück der Umbiegung wurde in verkehrter Lagerung auf die Schichtköpfe des Malm hinausgeklappt (cf. Fig. 7).

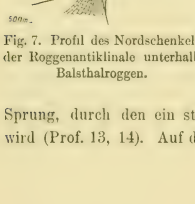


Fig. 7. Profil des Nordschenkels der Roggenantiklinale unterhalb Balsthalroggen.

In dem Abhang der Roggenweid beobachten wir noch einen zweiten Sprung, durch den ein staffelartiges Absinken des Gewölbedaches gegen die Hauptverwerfung bewirkt wird (Prof. 13, 14). Auf der Südseite des Roggen treten uns zuerst wieder im Horn nordöstlich Oen-

singen anstehende Malmkalke des Südschenkels entgegen. Ihre Schichtköpfe zeigen zunächst noch ganz überkippte Lagerungen. In den Felsen unter der Beechburg richten sie sich auf und bilden dann die steil nach S fallende Ravellenfluh zur Seite des Kluseneinganges[1]).

Kehren wir zur Nordseite zurück. Am Westende des Balsthalroggen, dem Brentenhubel, weicht die „Roggenverwerfung" plötzlich von ihrer seitherigen Richtung ab und dringt schräg tief in die Kette ein. Sie durchschneidet sie bis fast zum Südschenkel. Dort trifft sie unter stumpfem Winkel auf eine zweite von Westen kommende und ebenfalls in die Kette einspringende Störung, die ich „Schwengimattverwerfung" nennen will. Gerade wie in der Mümliswiler Klus, so ist auch hier das dreieckige von diesen Verwerfungen begrenzte Stück des Gewölbescheitels zusammen mit dem Nordschenkel in die Tiefe gebrochen. Wir haben also für die Oensinger Klus ganz die gleichen tektonischen Grundlagen, wie für die Mümliswiler Klus, von der sie überhaupt bis in alle Einzelheiten nur eine Kopie in größerem Maßstabe ist. Die tiefliegenden Rogensteinkomplexe des Hessel- und Rislisberg sind an den genannten Verwerfungen am Sonnenwirbel und der Wannenfluh abgesunken, der eingebrochene Nordschenkel bildet ihr normal Hangendes. Sie setzen nicht etwa seitlich unter die hohen Rogensteingewölbe des Sonnenwirbel und Außerberg fort, wie das MÜHLBERG annahm. Hiervon kann man sich besonders gut am Hesselberg überzeugen. Unterhalb des Hofes treten dort in den Wiesen die obersten Bänke des eingebrochenen Rogensteingewölbes aus. Sie sind nach O durch die „Roggenverwerfung" abgeschnitten, jenseits der *Opalinus*-Tone anstehen, das Liegende des Doggers des Sonnenwirbel. Weiter unten stoßen, in dem zur Klus hinunterführenden Bachriß, die aufgebogenen Rogensteinbänke an die in die Tiefe geschleppten *Murchisonae*-Kalke. Die Stirn des Hesselberg gegen S scheint noch durch einen besonderen sekundären Sprung abgeschnitten zu sein. Eine sekundäre Störung durchsetzt auch das Rislisberggewölbe. Der der Wannenfluh näher gelegene Teil an der Hauptverwerfung ist nicht so tief eingebrochen, wie der nach der Klus zu gelegene. Ob die abgesunkenen Doggerpartien schon vor dem Einschneiden der Klus durch eine Querverwerfung getrennt waren, vermag ich hier, wie in der Mümliswiler Klus, wenig sicher zu entscheiden. Es scheint mir jedoch gar nicht unwahrscheinlich, da sich Hessel- und Rislisberg in der Art ihrer Wölbung und überhaupt im ganzen Bau keineswegs entsprechen.

An einem sich von der Roggenverwerfung abzweigenden Bruch ist der vordere Teil der Rogensteinantiklinale des Sonnenwirbel gegen die Klus hin etwas eingesunken. Die Störung läßt sich in der Weide des Balsthalroggen gut verfolgen. Der Südschenkel ist im Henkelberg hochgeblieben. Alle diese sekundären Sprünge finden durch den Haupteinbruch leicht ihre Erklärung. Dort, wo sich die beiden Hauptverwerfungen treffen und dem Südschenkel am meisten nähern, haben sie auch ihn in Mitleidenschaft gezogen. Er ist ausgedünnt, steilgestellt und überkippt. Auf der Ostseite der Klus finden wir bei „äußere Klus" im Wald oberhalb P. 474 Birmensdorfer Schichten und Callovien flach nach N fallend und von Rogenstein überlagert. Allerdings glaube ich, daß hier erst nach der Aushöhlung der tiefen Argovienkombe zwischen Ravellenfluh und Henkelberg diese vollständige Ueberkippung des dort stark ausgedünnten und steilgestellten Schenkels stattgefunden hat.

1) Im Walde oberhalb der Beechburg trifft man eine auf *Varians*-Schichten ruhende Callovienscholle, die ich durch lokale Abrutschung aus dem steilgestellten Schenkel erklären möchte.

An der Westseite der Klus scheint es längs der Verwerfung zu bedeutenden Schleppungen gekommen zu sein. Von der Kammfabrik bei „äußere Klus“ zieht gegen die Wannenfluh ein Rücken hinauf, der aus stark gestörten Roggensteinschollen gebildet wird, und dem die Störung entlang läuft. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich hier um in die Tiefe gebogenen Rogenstein des Südschenkels handelt, der so die Verbindung mit dem abgesunkenen Rislisberg anbahnt (Prof. 18). Die Rogensteinwand des Südschenkels im Süden der Kammfabrik ist schwach nach S ausgebogen und zeigt an ihrer Innenseite eine merkwürdige Fältelung und Pressung der Schichten. Erst höher oben und jenseits eines kleinen, das Rogensteinband durchsetzenden Sprunges nehmen die Schichten gegen die Wannenfluh hin flachere Lagerung an.

Nicht minder interessant und kompliziert ist der Nordflügel der Klus gebaut. Während der Dogger in dem dreieckigen Ausbiß im Scheitel der Kette an den Hauptbrüchen in die Tiefe sank, scheint ihm der Malm nicht in gleichem Maße gefolgt zu sein. Er erlitt seine Hauptabsenkung offenbar erst weiter nördlich an einer die „Roggen“- und „Schwengimattverwerfung“ geradlinig verbindenden Störung. Ihr Zustandekommen müssen wir uns so denken, daß beim plötzlichen Einspringen der beiden Brüche in die Kette, die das Absinken der Nordflanke des Gewölbes bewirkten, auch in der Fortsetzung ihrer seitherigen Richtung eine Dislokation entstand. Noch heute ist uns die Schleppung der Malmkalke längs dieser Linie an der Südwand des Kluser-Roggen und am Ostende der Schwengimatt bei P. 885 erhalten. Die an der Basis der Fluhwände in flacher Lagerung austretenden Sequankalke sind steil in die Höhe gebogen und stark gepreßt. Vielleicht kam es an dieser Störung gar nicht zu einem Bruch, sondern nur zu einem starken, flexurartigen Abbiegen der Malmschichten. An dieser Flexur erleidet auch der Dogger eine erneute Absenkung. Hiervon kann man sich in dem Profil an der die Klus durchziehenden Straße leicht überzeugen. Am Nordrand des Hesselberg fallen die obersten Schichten des Rogenstein 45° N, während gleich jenseits der Arbeiterhäuser der Callovienspatkalk mit ganz flacher Lagerung unter das Argovien des Nordschenkels einschießt. In den Prof. 16—18 habe ich die vom Balsthalroggen direkt zur Schwengimatt herüberziehende Flexur durch eine gestrichelte Linie zur Darstellung gebracht.

Am Nordabhang des Balsthalroggen ist der Nordschenkel so tief eingebrochen, daß nur die in die Höhe geschleppten Enden der Malmkalke hervorragen, nach W hebt er sich allmählich mehr heraus. In der Klus selbst fallen die Malmkalke 25—30° N, biegen dann aber steil unter die Molasse der Balsthalmulde in die Tiefe. In den Fluhwänden zu beiden Seiten kann man verschiedene Brüche beobachten, die jedoch nur untergeordnete Bedeutung haben. Die an der Flexur in die Höhe gebogene Stirn der Schichten des Nordschenkels bildet den Kluser-Roggen, dessen kompliziertem Bau wir uns jetzt zuwenden wollen.

Schlägt man von Innere-Klus den durch die Kluser Kuhweid zum Roggen hinaufführenden Weg ein, so kann man an der zweiten Hälfte der Südwand des Kluser-Roggen die schon erwähnte Hinaufpressung der Sequanschichten sehr gut beobachten. Am vorderen Teil der Wand scheint sie der Erosion anheimgefallen zu sein. Steigen wir weiter empor, so stoßen wir am Ostende des Kluser-Roggen auf einen bis hart an den Rogenstein des Sonnenwirbel nach S vorspringenden Sequansporn. Ueber die flachliegenden und keinerlei Aufbiegung zeigenden Kalkbänke ergießt sich ein kleiner Wasserfall. An dem zwischen Malm und Rogenstein hinaufziehenden Weg treffen wir längs der hier verlaufenden Hauptverwerfung Argovienfetzen eingeklemmt. Auf der Höhe des Sequansporn angelangt, findet man wieder Effinger Schichten anstehend. Sie bilden die Basis des

Brentenhubel, der sich hier zwischen den Rogenstein des Sonnenwirbel und die Malmkalke des Nordschenkels einschiebt. In halber Höhe des Hanges treffen wir an diesem Hügel Spatkalk, die Spitze wird aus Birmensdorfer Schichten gebildet. Die Spatkalkbank zeigt den Verlauf der Hauptverwerfung an, die Argovienschichten unter ihm gehören zu dem abgesunkenen Nordschenkel. Durch die zweite Verwerfung des Balsthalroggen, die zwischen Brentenhubel und dem Rogenstein des Sonnenwirbel hindurchzieht, erleidet der Hauptbruch eine seitliche Verschiebung. Erstere setzt offenbar noch ein Stück nach W in den Kluser-Roggen fort, und an ihr ist der Sequansporn des Kuhweidwasserfalls in die Tiefe gebrochen.

Doch folgen wir den breiten Weg weiter, der nach dem Plateau des Kluser-Roggen zurückbiegt. An der Biegung stehen plötzlich steil nach S fallende Sequanschichten an, die gegen den höheren, aus Kimmeridge gebildeten, nördlichen Rücken des Kluser-Roggen gepreßt erscheinen. Nach O, gegen den Brentenhubel hin, biegt das Sequan nach N und scheint hier mit den an der Stirn des Nordschenkels in die Höhe geschleppten Sequanfetzen in Verbindung zu stehen. Noch an verschiedenen anderen Stellen finden wir auf der Höhe des Kluser-Roggen Sequan. Etwa in der Mittte der Südwand erreichen die von unten heraufgepreßten Sequanschichten den Oberrand und legen sich, nach N zurückgebogen, in flacher Lagerung auf das Plateau auf. Weiter gen O ragen sie steil empor und bilden den südlichen Kamm, bis sie schließlich flache Lagerung annehmen und den gegen den Rogenstein des Sonnenwirbel vorstoßenden Sporn aufbauen. Die steil aufgeschleppte Stirn der Schichten ist hier abgeschürft und über den eingebrochenen Sporn hinweg nach N gegen das Kimmeridge des nördlichen Rücken geschoben worden. Im W treffen wir an der Oberkante der Südwand bei P. 725 flach nach N fallendes Kimmeridge. Aber weiter zurück sind wieder Sequanschollen gegen den, aus aufgebogenen Kimmeridgebänken gebildeten, nördlichen Kamm des Kluser-Roggen gepreßt. Mühlberg nahm an, der ganze nördliche Rücken bestehe aus Sequan und stelle eine auf Kimmeridge ruhende Ueberschiebungsklippe dar. Das ist nicht der Fall. Der Nordkamm wird vielmehr aus bis zur Saigerstellung und Ueberkippung aufgebogenem Kimmeridge gebildet, das nach N in senkrechten Kluftwänden zur Erzmatt abfällt. Nicht zu leugnen ist dagegen, daß am Kluser-Roggen kleinere, lokale Verschiebungen des Sequan nach N vorkommen. Die gegen den nördlichen steil aufgerichteten Kamm gepreßten Schichten haben ursprünglich mit dem flach liegenden Sequan an der Basis des Kluser-Roggen in Verbindung gestanden. Beim Absinken des Schenkels wurden sie steil in die Höhe geschleppt. Als dieser dann eingebrochen war, übte der hochgebliebene Gewölbeteil einen nicht unbedeutenden Druck gegen den abgesunkenen aus. Dort, wo die Schichten der in die Höhe gebogenen Stirn eine starke Ausdünnung erfahren hatten, kam es zum Bruch. Teile des hochgebliebenen Gewölbes quollen auf den im tieferen Niveau befindlichen Nordschenkel über, wobei die leichte Verschiebbarkeit in den weichen Schichten des Argovien eine nicht unbedeutende Rolle spielte. Bei diesem Vorgang wurde am Kluser-Roggen ein Teil der Kimmeridgebänke bis zur Saigerstellung aufgebürstet, andere brachen ab, und über sie hinweg wurde das in die Höhe geschleppte Sequan gegen das steil aufgerichtete Kimmeridge gepreßt. So finden die geschilderten Erscheinungen auch ohne den Heranschub einer großen Ueberschiebungsmasse aus Süden eine leichte Erklärung.

Auf der anderen Seite der Klus zeigt die Fluh am Ostende der Schwengimatt bei P. 885 und P. 911 einen ganz ähnlichen Bau. Zwar scheint es nicht zu einer Abschürfung der aufgebogenen Sequankalke gekommen zu sein, aber die Kimmeridgebänke haben in dem höheren, nördlichen Rücken

auch eine starke Aufrichtung erfahren. Zu erwähnen ist noch, daß die ganzen bedeutenden Schleppungs- und Abschürfungserscheinungen nur längs der direkt vom Balsthalroggen zur Schwengimatt hinüberziehenden Flexur auftreten. Dort, wo sich diese wieder mit den Hauptverwerfungen vereint, hören sie auf.

25. Außerberg und Schwengimatt.

Wenden wir uns nun der Betrachtung des „Außerberggewölbes" im W der Oensinger Klus zu. Prof. 19—21 veranschaulichen uns seinen Bau. Der Südschenkel ist sehr steil gestellt. Die oben etwas konvex ausgebogenen Malmkalke bilden die wandartig aufragende Lehnfluh zur Seite der Klus. Dort, wo das Gewölbe eine etwas südlichere Streichrichtung annimmt, sind die Malmkalke wieder überkippt und weiter gen W schließlich ganz ausgebrochen. Im Waldenberg hat die Ueberkippung sogar die höchsten Schichten des Rogenstein ergriffen (Prof. 21). Der Nordschenkel ist längs der „Schwengimattverwerfung" abgesunken, und Malmkalke und Argovien sind in das Niveau der Stirn des Rogensteingewölbes des Außerberg gebracht. Längs der Störung ist das heute auf der Höhe des Gewölbes schon ganz abgetragene Callovien heruntergeschleppt. In der Scharte am Ostende der Schwengimatt sehen wir gestauchte Callovien- und Birmensdorfer Schichten zwischen die Kalkkomplexe des Dogger und Malm eingeklemmt (Prof. 18). Nach W hebt sich der Nordschenkel immer mehr heraus, das Argovien nimmt an Mächtigkeit zu. Jenseits des Hofes der Schwengimatt beginnt eine neue Komplikation. Plötzlich ragen aus der Weide steilgestellte, oben fächerartig auseinanderweichende Sequankalke hervor, die zum Teil in eine Art Breccie verwandelt sind. Sie bilden einen lang hinziehenden Grat, zu dessen Seiten rechts und links Argovien ansteht. Gegen W nimmt das Sequan flachere, nach N geneigte Lagerung an, und Kimmeridge legt sich darüber (Prof. 21). Gegen O wird der Sequangrat vielleicht durch eine kleine Querstörung begrenzt, die zwischen den beiden

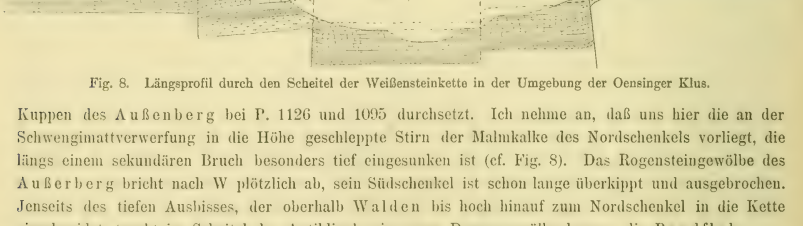


Fig. 8. Längsprofil durch den Scheitel der Weißensteinkette in der Umgebung der Oensinger Klus.

Kuppen des Außenberg bei P. 1126 und 1095 durchsetzt. Ich nehme an, daß uns hier die an der Schwengimattverwerfung in die Höhe geschleppte Stirn der Malmkalke des Nordschenkels vorliegt, die längs einem sekundären Bruch besonders tief eingesunken ist (cf. Fig. 8). Das Rogensteingewölbe des Außerberg bricht nach W plötzlich ab, sein Südschenkel ist schon lange überkippt und ausgebrochen. Jenseits des tiefen Ausbisses, der oberhalb Walden bis hoch hinauf zum Nordschenkel in die Kette einschneidet, taucht im Scheitel der Antiklinale ein neues Doggergewölbe hervor, die Randfluh.

26. Das Randfluhgewölbe.

Am Westende der Schwengimatt nimmt die Kette, wie wir schon im orographischen Ueberblick andeuteten, einen ganz anderen Bau an. An Stelle des Außerberg, der mit dem Südschenkel

in normalem Verband steht, tritt das „Randfluhgewölbe", dessen normal Hangendes der Nordschenkel der Kette ist. Da noch ein kleiner Teil desselben in unsere Karte hineinreicht, verdienen die verwickelten tektonischen Verhältnisse dieser Gegend auch hier eine kurze Schilderung. Ich verweise auf die ausführlichere Darstellung in meinen „Beiträgen zur Tektonik des Ostendes der Weißensteinkette" (10). Wie ich dort ausführte, schneidet die Verwerfung im W der Schwengimatt tiefer in den Scheitel der Kette ein und geht schließlich ganz auf die Südseite über. Gleichzeitig wechselt die gegenseitige Höhenlage der Gewölbeteile an ihr. Im O ist der Nordschenkel abgesunken, im äußersten W dagegen, außerhalb unserer Karte, schließlich der Südschenkel. In dem Uebergangsstück, in dem die Störung im zentralen Teil der Kette verläuft, wird sie gewissermaßen zur Scheitelbruchlinie, wodurch dort zwei sekundäre Gewölbe nebeneinander bestehen. Während die „Außerbergantiklinale" nach W in einer Flexur des Südschenkels ausklingt, senkt sich das „Randfluhgewölbe" gegen O. Die Schichten des Callovien und Argovien legen sich über den untertauchenden Rogenstein, bis er schließlich von der die Kette schräg durchziehenden Verwerfung abgeschnitten wird. Mit dem Uebergang der Störung von der Nord- auf die Südseite des Gewölbes ist auch eine Aenderung in der Streichrichtung verbunden. Die bisher NO/SW streichende Kette nimmt jetzt gegen den Weißenstein hin O/W-Richtung an.

Am Westende der Schwengimatt führt das Absinken des Nordschenkels noch zu kleinen Komplikationen, wie wir sie aus der Oensinger Klus kennen gelernt haben. Während die Hauptverwerfung in die Kette einspringt, sind die Malmkalke des Nordschenkels ein Stück weit auch noch an einer geradlinigen Fortsetzung der „Schwengimattverwerfung" abgesenkt worden, wie das die Aufbiegungen des Sequans an der Fluhwand unter P. 1166 beweisen. Am Rossweidli setzt eine kleine Querstörung durch, an der der Nordschenkel im Bereiche der Schwengimatt gegen den N Randfluh gesenkt ist, dieselbe scheint jedoch auf die Stirn der Malmkalke beschränkt zu sein. Der Sequansporn unterhalb des Rossweidli endlich ist besonders tief eingebrochen und so der Aufschleppung entgangen, ähnlich wie der am Kuhweidwasserfall im W der Oensinger Klus. Der tiefe Ausbiß oberhalb Walden, der sich durch den Scheitel der Kette bis zum Nordschenkel erstreckt, ist durch den tektonischen Bau, das Ablösen der Gewölbe an einer, die Kette schiefwinklig schneidenden, Störung bedingt.

Noch eine weitere Erscheinung macht uns die Weißensteinkette hier im W der Klus besonders interessant. Durch das Einschneiden der „Schwengimattverwerfung" in den zentralen Teil der Antiklinale entsteht, wie wir sahen, auf der Nordseite das „Randfluh-Teilgewölbe", während die Fortsetzung des Außerberg nach S aus der Kette herausgedrängt wird. Dieses südliche Teilgewölbe ist nun nachträglich in sich zusammengesunken, wobei nur seine Stirn an der Verwerfung hoch blieb. Aus dem eingesunkenen Gewölbedach rutschten ganze Schichtkomplexe über die steilen und überkippten Schenkel ab. So sehen wir den ganzen Rogenstein, der einst die Fortsetzung des Außerberg bildete, zum großen Teil unter Beibehaltung seines ursprünglichen Schichtverbandes, abgerutscht und jetzt der Kette zwischen Nieder- und Oberbipp als flachliegende Scholle vorgelagert. Ob der Malm im Hangenden gleichzeitig oder schon vorher abrutschte, oder vor der Dislokation schon der Erosion anheimgefallen war, das läßt sich heute schwer noch feststellen. Abgeschürfte Malmschollen finden wir an der Stirn der Rogensteinplatte am weitesten in die Ebene hinaustransportiert. Den Abrutschungsvorgang soll uns Prof. 22 veranschaulichen. Er ist die Ursache, daß uns von dem S-Teilgewölbe nur der untere Dogger, Lias und Keuper anstehend erhalten,

und auch diese Schichten meist unter Schutt und Trümmer verborgen sind. Nur die an der Verwerfung aufgebogene, aus Keuper und Lias gebildete Stirn ist oberhalb Walden und Wolfisberg gut aufgeschlossen. Das Fehlen eines im Relief hervortretenden Südschenkels auf der ganzen Strecke zwischen Walden und Farnern, auf das ich im orographischen Ueberblick hinwies, findet so durch den Ausbruch und Abrutsch seine Erklärung. Der Bergrutsch von Oberbipp ist nur eine Wiederholung großen Maßstabes von ganz ähnlichen Vorgängen, wie wir sie schon öfters, allerdings nur von den Kalken des Malm, kennen gelernt haben. Da diese Erscheinungen gerade für das Gebiet der Klusen von besonderer Bedeutung sind, verdienen sie hier noch eine besondere zusammenfassende Besprechung.

K. Die Abrutschungen und Ausbrüche in den Schenkeln der Farisberg- und Weissensteinkette.

Bei der Besprechung des tektonischen Baues der Ketten haben wir zahlreiche Stellen kennen gelernt, an denen die scharfe Umbiegung des flach liegenden Gewölbedaches zu den steil stehenden Schenkeln in den Kalken des Malm oder Rogensteins zu Bruch gegangen, und Partien des Gewölbedaches über die Schenkel hinweg abgerutscht waren. Entweder beschränkte sich die Erscheinung auf die obersten Schichten (Höngen), oder aber der ganze Komplex wurde davon ergriffen (Roggen, Bipp). Dann wurde durch die abrutschende Masse der Schenkel überkippt abgeschürft und schließlich ganz ausgebrochen. Heute liegen die Trümmer auf den Flanken der Gewölbe und reichen bis hinunter auf die Molasse der Synklinaltäler und des Juravorlandes am Südrande des Gebirges. Bald sind es noch zusammenhängende Schollen, bald wirr durcheinanderliegende Blockmassen, durch feinen Schutt verbunden. Die die Unterlage bildenden, weichen, mergeligen Horizonte des Argovien oder unteren Dogger dienten bei dem Abrutschungsvorgange als Gleitschicht. Ganz selbstverständlich ist, daß er da besonders leicht zur Auslösung kam, wo die Schenkel schon durch Querstörungen oder Verbiegungen in der Streichrichtung stark disloziert waren (Förstlen, Höngen, Rinderweid).

Fig. 9. Schematisches Profil zur Erklärung der Entstehung des Koffergewölbes.

Bei der Auffaltung der Ketten entstanden in der Regel zunächst regelmäßige Gewölbe mit mäßig steilen Schenkeln und stark gebogenem Dach. Diese ursprüngliche Form der Falten finden wir vielfach noch erhalten, wie z. B. am Beretenkopf in unserem Gebiet. An anderen Stellen aber sank der Scheitel unter Auswärtsbewegung der Schenkel ein, als die durch den faltenden Druck hervorgerufene Spannung nachlies, und es entstand das Koffergewölbe mit weitem, flachem Dach und scharfen Umbiegungen zu den steilgestellten Schenkeln. Dieser Vorgang führte an den Biegungsstellen in den Kalkhorizonten oft zum Bruch und als diese nach Abtragung der Molasse von der Erosion angegriffen wurden, konnten leicht große Massen aus dem Scheitel der Antiklinale zum Abrutsch kommen.

Schwieriger ist es, über den Zeitpunkt der Abrutschungen etwas auszusagen. Am Jurarande liegen zwischen Solothurn und Oensingen die großen erratischen Blöcke der letzten Vereisung auf den aus der Weißensteinkette abgerutschten Schollen. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß die Eiszeiten mit ihren stark vermehrten Niederschlägen und infolgedessen auch erhöhter Erosion eine große Rolle bei ihrem Zustandekommen gespielt haben. Jedenfalls können wir heute

an den der Kette vorgelagerten Trümmermassen Erscheinungen beobachten, die wir ohne Zuhilfenahme von Eis oder, was in bezug auf die Schubwirkung dasselbe ist, ausgedehnter Schneemassen nur schwer erklären können.

Wir haben den vollständigen Ausbruch der Malmkalke im Nordschenkel der Farisbergkette bei Vollen besprochen. Ihre Trümmer sind jetzt am Fuße der Bresche der Kette in Gestalt einer weiten, schuttkegelartigen Ausbreitung vorgelagert. Sie bilden jedoch keinen eigentlichen Kegel, sondern sind oben zu einem Plateau eingeebnet, auf dem der Hof Förstlen liegt, und dessen Ränder allseitig steil abfallen. Diese merkwürdigen Verhältnisse kann ich mir nur so erklären, daß hier die durch die flexurartige Aus- und Aufbiegung des Schenkels an dieser Stelle stark dislozierten und zertrümmerten Kalke unter dem Drucke einer Eis- oder Schneemasse aus der Kette herausgeschoben und an ihrem Fuße zu dem Plateau von Förstlen ausgebreitet und eingeebnet wurden.

An dem großen Abrutsch bei Höngen können wir eine Anordnung der Trümmer in zwei übereinander liegenden Terrassen beobachten. Wallartig umziehen sie die Abrutschstelle. Auch sie können wir uns durch ein einfaches Abrutschen ohne Ausbreiten durch eine nachschiebende Masse schlecht entstanden denken. Am Nordabhang des Roggen können wir ähnliche Erscheinungen beobachten. Hier ist wie bei Vollen, abgesehen von den vom Roggenplateau nachstürzenden Blöcken, die Flanke ganz von Malmkalken gesäubert, und diese sind weit hinaus in die Balsthalmulde geschoben.

Noch viel merkwürdiger ist der weite Transport vereinzelter kleinerer Schollen. Oestlich Balsthal liegt im Mösli auf einem Molasserücken eine Malmkalkscholle und Trümmer und Schutt des gleichen Gesteins. Sie können nur von dem 600 m entfernten Nordschenkel des Roggen stammen, an ein Abrutschen bis zu dieser Entfernung ist bei der flachen Neigung des Gehänges gar nicht zu denken. Auch hier müssen wir Eis- oder Schneemassen für den weiten Transport verantwortlich machen. Trümmermassen, deren Lage und Ausbreitung nur so recht erklärlich wird, gibt es noch viele, wie z. B. die des Regenrain oberhalb und am Buchhöfli im O von Mümliswil.

Besonders häufig findet man derartige Erscheinungen auf der Nordflanke der Kette. Auch für kleinere Ausbrüche und Ueberkippungen der steilen Malmkalke können wir den Druck der dahinter in den Argovienkomben und auf den Hängen der Rogensteingewölbe angesammelten Schneemassen verantwortlich machen. Der Jura verdankt sein heutiges Relief überhaupt im wesentlichen der verstärkten Erosion der Diluvialzeit. Hierfür spricht die jetzige Wasserlosigkeit vieler Täler. Ein besonders typisches Beispiel ist das allerdings außerhalb unserer Karte liegende „Sandtal“ zwischen Egerkingen und Hägerndorf. Das heute in der Regel vollkommen wasserlose, breite Tal durchschneidet im Scheitel der Antiklinale die Malmkalke und legt das Argovien bloß. Allerdings hat hier wohl eine tektonische Störung der Talbildung vorgearbeitet. Schließlich müssen wir noch die merkwürdigen tiefen, wasserarmen Schluchten in den Malmkalkschichtplatten der Nordschenkel der Ketten, den Winter- und Kalkgraben, als Relikte aus einer Zeit mit stärkeren Niederschlagsmengen und stärkerer Erosion auffassen.

L. Zusammenfassung der tektonischen Ergebnisse in bezug auf den Bau der Klusen.

Ueberblicken wir das Ergebnis unserer Betrachtung des tektonischen Baues der Farisberg- und Weißensteinkette in der Umgebung der Klusen, so sehen wir, daß die Einbruchstheorie Steinmanns durch die genaue Kartierung viele neue Stützen erhalten hat. Fassen wir

die tektonischen Verhältnisse in den beiden Ketten noch einmal unter gemeinsame Gesichtspunkte zusammen!

Sieht man „Farisberg"- und „Oberbergverwerfung" einerseits, „Roggen"- und „Schwengimattverwerfung" andererseits als einheitliche, ineinander übergehende Störungen an, so ergibt sich folgendes Bild: Farisberg- wie Weißensteinkette werden von zwei annähernd parallel von NO nach SSW verlaufenden Verwerfungen unter ziemlich spitzem Winkel durchschnitten. Von NO her treten sie in die Nordflanken der Ketten ein und senken zunächst den Nordschenkel recht beträchtlich ab. Dann springt jede der beiden Verwerfungen plötzlich tief in den Scheitel der betreffenden Kette ein. Nachdem sie dieselben bis fast zum Südschenkel durchschnitten haben, erzeugen sie, wieder auf die Nordflanke zurückspringend, die dreieckigen Einbrüche, die die Bildung der Quertäler bedingt haben. In ihrem weiteren Verlauf senken die Störungen wieder den Nordschenkel der Gewölbe ab, aber nicht mehr in dem gleichem Maße wie früher. Hierauf springen sie von neuem in die Kette ein, durchschneiden dieselbe in schiefer Richtung und laufen dann dem Südschenkel entlang. Während das ursprüngliche Gewölbe in einer Flexur des Südschenkels ausklingt, hebt sich jenseits der Störung auf der Nordflanke eine neue Antiklinale heraus, deren Südschenkel schließlich an der Verwerfung abgesunken ist. So rufen die beiden Störungen auf ihrem Wege durch die Ketten ganz die gleichen Erscheinungen hervor. Dem Farisberg entspricht der Rogenstein des Sonnenwirbel der Weißensteinkette, dem Spitzflühli der Farisbergkette der Kluser-Roggen. Der Oberberg hat sein Gegenstück im Außerberg und der Breitenberg schließlich im Randfluhgewölbe. Dadurch, daß die Verwerfung der Weißensteinkette, ehe sie in diese eintritt, als „Beretenstörung" auch noch die Farisbergkette durchläuft, und letztere auch von der Breitenbergstörung ganz durchschnitten wird, ist der weite Graben des Klusenzwischenstücks zwischen Breitenberg und Beretenkopf entstanden. In ihm ist dann der dreieckige Ausbiß der Mümliswiler Klus seinerseits wieder eingebrochen.

Während durch die geschilderten Störungen alle Einzelheiten im Bau der Kette eine leichte und vollständige Deutung finden, ist es schwierig, für das Einspringen der Verwerfungen in die Ketten und die Erzeugung der dreieckigen Einbrüche in den Nordflanken, sowie ihre gegenseitige Lage zueinander eine ausreichende Erklärung zu finden. In der Farisbergkette scheint der Einbruch durch die starke Krümmung veranlaßt zu sein. Er liegt auf der konvexen Flanke, in der eine seitliche Zusammendrängung des Schenkels erfolgte. Ein gutes Bild von den Einbruchserscheinungen gibt uns Fig. 10. Sie stellt die Ansicht eines schematisierten Reliefs des Klusengebietes dar nach Beendigung der tektonischen Vorgänge, aber vor Eintritt der Erosion[1]), nur die Molasse ist abgedeckt gedacht.

Verwenden wir zum Schlusse noch ein paar Worte auf den Betrag der Erosion in den Klusen. Bekanntlich hält Mühlberg die Quertäler im wesentlichen für ein Werk der Erosion. Ihr muß nach seiner Theorie der ganze überschobene Dogger und Malm anheimgefallen sein. Es ist nun ganz unverständlich, warum gerade im Rogenstein die weiten Zirken der Klusen erodiert sind, während die in gleichem Niveau befindlichen Malmnordschenkel viel weiter gegen das Tal vorragen und an ihrer Stirn sogar die in die Höhe geschleppten Schichten noch erhalten sind. Die starke

1) In Wirklichkeit ist die Erosion wohl mit den tektonischen Vorgängen Hand in Hand gegangen.

Erosion im Dogger ist nur durch den Einbruch des zentralen Teiles desselben zu erklären. Wie rasch und bedeutend der Grad der Abtragung wechselt, zeigt uns das Längsprofil durch den Scheitel der Kette. In der Klus ist die Weißensteinkette bis in den Lias angeschnitten, nur wenig östlich

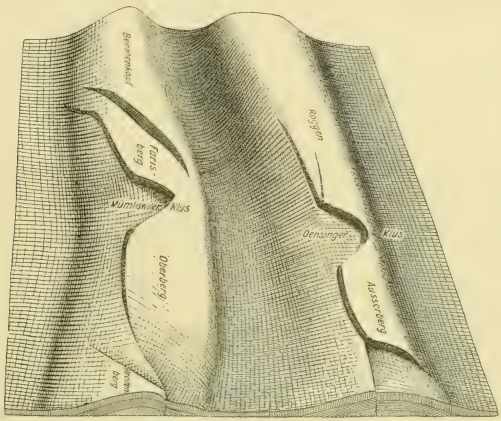


Fig. 10. Schematisches Relief des Klusengebiets unter Abdeckung der Molasse und nicht Berücksichtigung der Erosion.

ist auf ihrem Scheitel noch der obere Malm erhalten, während sie zwischen Holderbank und Oberbuchsitten schon wieder bis zum Callovien aufgebrochen ist. Im Westen bestehen Außerberg und Randfluh aus Rogenstein, aber gleich jenseits des Randes unserer Karte ist der Scheitel der Randfluhantiklinale schon wieder bis auf den Keuper erodiert. Diese gewaltigen Unterschiede im Betrage der Erosion werden nur verständlich durch die tektonischen Vorgänge, die den Bau der Kette beeinflußt haben. Wir können also das Ergebnis unserer Untersuchungen zusammenfassen in dem Satze: Die Klusen sind in erster Linie tektonisch vorgebildet durch die tief in die Kette eingreifenden Einbrüche auf den Nordflanken der Gewölbe und erst in zweiter Linie ein Werk der Erosion.

V. Literaturverzeichnis.

1) Andreae, A., Die Glossophoren des Terrain à Chailles der Pfirt. Abh. z. geol. Spezialkarte von Elsaß-Lothringen. Bd. 4. Heft 3. 1887.
2) Baumberger, E., Die Eisenerze im Schweizer Jura. Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern. 1907.
3) Buxtorf, A., Geologie der Umgebung von Gelterkinden im Basler Tafeljura. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. N. F. Lief. 11. 1901.
4) — Geol. Beschreibung des Weißensteintunnels und seiner Umgebung. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. N. F. Lief. 31. 1908.
5) — Zur Tektonik des Kettenjura. Ber. über d. 40. Vers. d. Oberrh. Geol. Vereins zu Lindau. 1907.

6) — Ueber den Gebirgsbau des Clos du Doubs und der Velleratkette im Berner Jura. Ber. über die Vers. d. Oberrh. Geol. Vereins. pag. 74—86. 1909.
7) Cartier, R., Der Obere Jura zu Oberbuchsitten, eine geologische Skizze. Verh. d. Naturf. Ges. Bd. 3. Heft 1. 1863.
8) Celliers, J., Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Eptingen (Baselland). Inaug.-Dissert. Freiburg. Freiburg, Speyer u. Kaerner, 1907.
9) Erni, A., Das Rhät im schweizerischen Gebirge. Inaug.-Dissert. Zürich 1910. Eclog. Geol. Helv. Vol. 11. No. 1. Juni pag. 5—54. 1910.
10) Gerth, H., Beiträge zur Kenntnis der Tektonik des Ostendes der Weißensteinkette im Schweizer Jura-Gebirge. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 62. Heft 4. 1910.
11) Greppin, J. B., Description géol. du Jura Bernois et de quelques districts adjacents compris dans la feuille VII de l'atlas fédéral. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. Lief. 8. 1870.
12) Greppin E., Description des fossiles de la Grande Oolite des environs de Bâle. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 15. 1888.
13) — Études sur les Mollusques des Couches Coralligènes des environs d'Oberbuchsitten. Abh. d. Schweiz. Pal. Ges. Bd. 20. Notice stratigraphique. pag 5—17. 1893.
14) — Einiges über die Orographie von Langenbruck. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel. Bd. 10. Heft 1. pag. 130—140. 1894.
15) — Ueber interessante Lagerungsverhältnisse in der Passwangkette. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel. Bd. 11. Heft 1. pag. 174—182. 1895.
16) — Description des fossiles du Bajocien Supérieur des environs de Bâle. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 25, 26, 27. 1898.
17) — Ueber den Parallelismus der Malmschichten im Juragebirge. Verh. d. Naturf. Ges. Basel. Bd. 12. pag. 402. 1900.
18) — Erläuterungen zur geologischen Karte des Blauenberges bei Basel. 1:25 000. Zürich 1908.
19) Gressly, A., Observations géologiques sur le Jura Soleurois. Neue Denkschr. d. Allg. Schweiz. Ges. für die gesamten Naturw. Bd. 2, 4, 5. 1838—41.
20) Gutzwiller, A., Molasse und jüngere Ablagerungen. Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz. Lief. 14. Abt. 1. 1877.
21) Beiträge zur Kenntnis der Tertiärbildungen der Umgebung von Basel. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel. Bd. 9. 1890.
22) Huene, F. v., Ein Beitrag zur Tektonik und zur Kenntnis der Tertiärablagerungen im Basler Tafeljura. Ber. des Oberrh. Geol. Vereins. 1899.
23) — Geologische Beschreibung der Gegend von Liestal im Schweizer Tafeljura an Hand von Blatt 30 des Siegfried-Atlas. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel. Bd. 12. Heft 3. 1900.
24) Juillerot, E., Relations entre le Malm du Jura central et celui du Canton d'Argovie. Inaug.-Dissert. Genève (pag. 1—72.) 1907.
25) Koby, F., Monographie des Polypiers jurassiques de laSuisse. 1. Teil. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. 1880. — 2. Teil. Abh. d. Schweiz. Pal. Ges. Bd. 12. 1885.
26) — Monographie des Polypiers jurassiques de la Suisse. 8. Teil. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 15. 1888. — 9. Teil. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 16. 1889.
27) — Notice stratigraphique sur le Rauracien Inférieur dans la partie septentrionale. pag. 101—129.
28) Leuthardt, F., Beitrag zur Kenntnis der Hupperablagerungen im Basler Jura. Ecl. Geol. Helv. Vol. 9. No. 1. pag. 145—147.
29) Loriol, P., Monographie paléontologique des Couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* (Badener Schichten) de Baden (Argovie). Mém. de la Soc. Pal. Suisse. Vol. 3. 1876.
30) — Monographie Paléontologique des Couches de la Zone à *Ammonites tenuilobatus* (Badener Schichten) d'Oberbuchsitten et de Wangen (Soleure). Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 7. 1881.
31) — Études sur les Mollusques des Couches Coralligènes Inférieures du Jura Bernois (Rauracien). 1889—91.
32) Loriol-Bourgeat, Études sur les Mollusques des Couches Coralligènes de Valfin (Jura). Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 15. 1888.
33) Loriol-Koby, Étude sur les Mollusques du Rauracien Inférieur du Jura Bernois. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. Vol. 21. 1894.
34) — — Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien Supérieur et Moyen du Jura Bernois. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 23. 1896.
35) — — Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien Inférieur du Jura Bernois. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 25/26. 1898/99.
35a) Loriol-Lambert, Description des Mollusques et Brachiopodes des Couches Séquaniennes de Tonnerre (Yonne). Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 20. 1893.
36) Maillard, G., Mollusques terrestres et fluviatiles tertiaires de la Suisse. 1. Teil. Mém. de la Soc. Pal. Suisse. T. 18. 1891.
37) Martin, R., Die Untere Süßwassermolasse in der Umgebung von Aarwangen. Eclog. Geol. Helv. Vol. 9. No. 1. pag. 77—116.
38) Mandy, J., Geologische Untersuchungen in der Umgebung des Hauenstein-Tunnels (Schweizer Jura). Inaug.-Dissert. Freiburg (C. A. Wagner) 1907.

39) Mérian, P., Beiträge zur Geognosie. I. Uebersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in der Umgegend von Basel mit besonderer Hinsicht auf das Juragebirge. 1821.
40) Moesch, C., Der Aargauer Jura und die nördlichen Gebiete des Kantons Zürich. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. Lief. 4. 1867.
41) — Der südliche Aargauer Jura und seine Umgebung. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz. Lief. 10. 1874. N. Anhang zur 4. Lief. der Beiträge (Aargauer Jura).
42) Mühlberg, F., Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in die Gebiete der Verwerfungen, Ueberschiebungen, Ueberschiebungsklippen im Basler und Solothurner Jura. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel. Bd. 23. pag. 413—521. 1892.
43) — Kurze Schilderung des Gebietes der Exkursionen der Oberrheinischen Geologischen Gesellschaft vom 22.—24. April 1892 im Jura zwischen Aarau und Olten und im Diluvium bei Aarau. Ecl. Geol. Helv. Vol. 3. 1892—93.
44) — Bericht über die Exkursionen V im östlichen Jura und im Aargauischen Quartär. Extrait du Compte rendu du Congrès Géol. Internat. Zürich. pag. 406—420. 1894.
45) — Bericht über die Exkursionen der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in das Grenzgebiet zwischen dem Ketten- und dem Tafeljura, in das Aargauische Quartär und in den Lägern. Ecl. Geol. Helv. Vol. 8. 1901—02.
46) — Erläuterungen zur geologischen Karte der Lägernkette. 1 : 25 000. Geol. Karte der Schweiz. Bern 1902.
47) — Zur Tektonik des Nordschweizer Kettenjura. N. Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. Beil.-Bd. 18. pag. 464—485. 1903.
48) Mühlberg, M., Vorläufige Mitteilung über die Stratigraphie des Braunen Jura im Nordschweizerischen Juragebirge. Ecl. Geol. Helv. Vol. 11. 1900.
49) Mandy, Geologische Untersuchungen in der Umgebung des Hauensteintunnels. Schweizer Jura. Inaug.-Dissert. Freiburg (Wagner) 1907.
50) Müller, A., Ueber einige anormale Lagerungsverhältnisse im Basler Jura. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel. Bd. 2. Heft 3. 1860.
51) — Geologische Skizze des Kantons Basel. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lief. 1. 1862. 2. Aufl. 1884.
52) — Vorkommen erratischer Blöcke in und um Basel. Verh. d. Nat. Ges. Basel. Bd. 6. Heft 2. 1873.
53) — Die Cornbrash-Schichten im Basler Jura. Verh. d. Naturf. Ges. Basel. Bd. 5. Heft 3. 1873.
54) — Ueber einige erratische Blöcke im Kanton Basel. Verh. d. Naturf. Ges. Basel. Bd. 5. Heft 2. 1873.
55) — Ueber die anormalen Lagerungsverhältnisse im westlichen Basler Jura. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel. 1878.
56) Roeder, H. A., Beitrag zur Kenntnis des Terrain à chailles und seiner Zweischaler in der Umgegend von Pfirt im Ob. Elsaß. Abh. d. Geol. Els.-Lothr. Landesanstalt. 1882.
57) Rollier, L., Excursion de la Société Géologique Suisse au Weissenstein et dans le Jura Bernois. Ecl. Geol. Helv. Vol. 1. pag. 263. 1888.
58) — Tableau des faciès du Malm. Ecl. Geol. Helv. Vol. 1. pag. 289. 1888.
59) — Les faciès du Malm jurassien. Bibl. univ. Archives des Sciences phys. et nat. 3. Pér. T. 19. pag. 66. — Ecl. Geol. Helv. Vol. 1. pag. 64. 1888.
60) — Défense des faciès du Malm. Bibl. univ. Archives des Sc. phys. et nat. 3. Pér. T. 34. 1895.
61) — Coup d'œuil sur les formes et les relations orographiques que déterminent les faciès du Malm dans le Jura. Bull. de la Soc. des Sci. nat. de Neuchâtel. T. 24. 26. III. 1896. — Ecl. Geol. Helv. Vol. 5. pag. 62. 1897.
62) — Résumé des relations stratigraphiques et orographiques des faciès du Malm dans le Jura. Bibl. univ. Arch. des sc. phys. et nat. 4. Pér. T. 3 (pag. 1—18.) 1897.
63) — Zur Kenntnis der tertiären Süßwasserkalke. N. Jahrb. f. Min. Geol. Pal. Bd. 1. (pag. 212—216.) 1897.
64) — Note additionnelle à la défense des faciès du Malm et réponse à M. Choffat. Arch. des Sc. phys. et nat. 4. Pér. T. 4 Déc. pag. 1—6. 1897.
65) — Deuxième Supplément à la description géologique de la Partie Jurassienne de la Feuile VII de la Carte géol. de la Suisse au 1 : 100 000. Mat. p. l. Carte géol. de la Suisse. Nouv. Sér. 8. Lief. 1898.
66) — Une nouvelle poche fossilifère de sables sidérolithiques. Bull. de la Soc. Neuch. d. Sc. nat. T. 29. pag. 57—66. 1900—1901.
67) — Beweis, daß die Nattheimer-Wettinger Schichten (W. J. ε = Ob. Kimm.) auch auf der Basler Tafellandschaft etc. ursprünglich vorhanden waren. Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. in Zürich. Bd. 48. pag. 458—473. 1903.
68) — Le plissement de la Chaîne du Jura. Ann. de Géogr. T. 12. 15. Nov. 1903.
69) — Sur les limites de l'Étage Callovien dans la Jura Suisse et dans l'Est de France. Extr. du Bull. de la Soc. d'Agric., Lettres, Sc. et Arts de la Haute-Saône. Vessoul. p. 27—42. 1907.
70) Rothpletz, A., Geotektonische Probleme. I. Die Ueberschiebungen im schweizerischen Juragebirge. (pag. 61—85.) Stuttgart 1894.
71) Schardt, H., Der Parallelismus der Stufen des Doggers im zentralen und im südlichen Juragebirge. Ecl. Geol. Helv. Vol. 8. No. 4. pag. 451—469. Jan. 1905.
72) Schmidt, C., Ueber tertiären Süßwasserkalk im westlichen Jura. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. Bd. 20. pag. 609—622. 1904.

73) Steinmann, G., Ueber die tektonischen Beziehungen der Oberrheinischen Tiefebene zu dem Nordschweizerischen Kettenjura. Ber. der Naturf. Ges. zu Freiburg. Bd. 6. pag. 150—159. 1892.
74) — Zur Tektonik des Nordschweizerischen Kettenjura. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. pag. 481—488. 1902.
75) Strübin, K., Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie des Basler Tafeljura, spez. des Gebietes von Kartenblatt 28. Kaiseraugst. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel. Bd. 3. pag. 391—484. t. 2—6. 1902.
76) — Bericht über die Verbreitung der erratischen Blöcke im Basler Jura nebst Uebersichtskarte. Tätigkeitsber. d. Naturf. Ges. Baselland. pag. 84—87. 1902—1903.
77) — Glaciale Ablagerungen in der Umgebung von Liestal. Tätigkeitsbew. d. Naturf. Ges. Baselland. pag. 76—83. 1902/03.
78) — u. Kaech, A., Die Verbreitung der erratischen Blöcke im Basler Jura. Ber. d. Naturf. Ges. z. Basel. Bd. 15. Heft 3.
79) Tobler, A., Tabellarische Zusammenstellung der Schichtenfolge in der Umgebung von Basel. Basel 1905.
80) Villiers, L. de, Geologische Untersuchung in der Umgebung von Eptingen und Läufelfingen. Inaug.-Dissert. Freiburg (Speyer u. Kaerner) 1907.
81) Cloos, Tafel- und Kettenland im Basler Jura und ihre tektonischen Beziehungen nebst Beiträgen zur Kenntnis des Tertiärs. Inaug.-Dissert. Stuttgart (Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung) 1910.

Ergänzung zu Note 1 S. 4:

Außerdem bedeuten N, S, O, W vor Ortsnamen nördlich, südlich, östlich, westlich.

Inhalt.

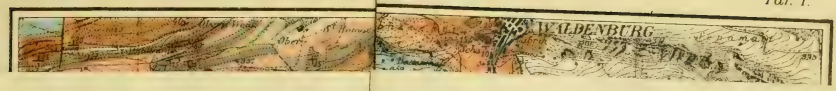
Seite

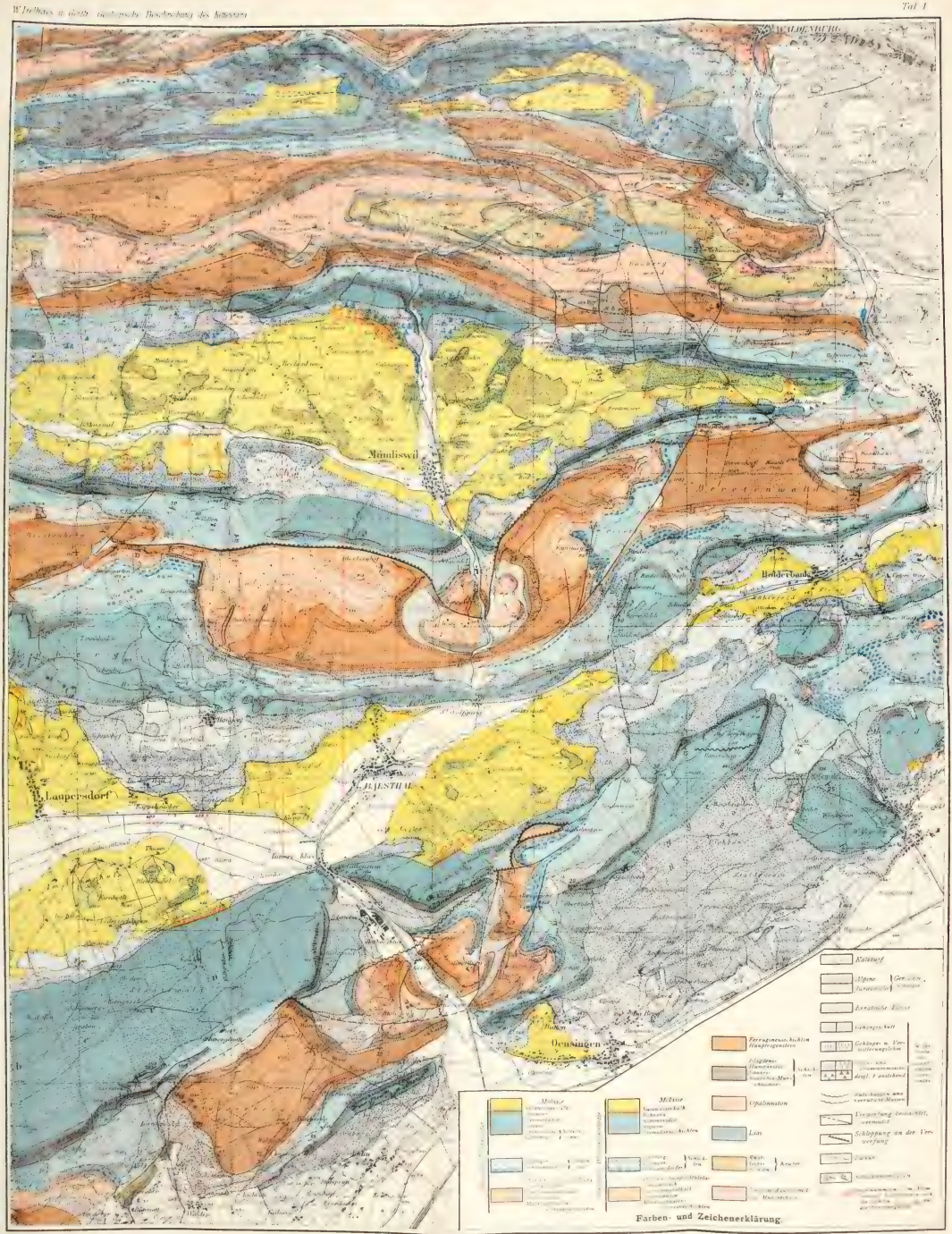
I. Vorwort 3
II. Orographischer Ueberblick 4
N) Passwang- und Ullmetkette. Von W. Delhaes 4
S) Farisberg- und Weißensteinkette. Von H. Gerth 6
III. Stratigraphischer Teil 9
A. Diluvium 9
B. Tertiär 12
C. Malm 17
D. Dogger 25
E. Lias 34
F. Trias 35
IV. Tektonischer Teil 37
G. Passwangkette. Von W. Delhaes 37
Farisberg- und Weißensteinkette in der Umgebung der Klusen. Von H. Gerth 74
H. Farisbergkette 76
J. Weißensteinkette 82
K. Die Abrutschungen und Ausbrüche in den Schenkeln der Farisberg- und Weißensteinkette . 90
L. Zusammenfassung der tektonischen Ergebnisse in bezug auf den Bau der Klusen 92
V. Literaturverzeichnis 94
Erklärungen zu den Tafeln.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena — 4124

Erklärung der Tafel I.

Geologische Karte des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Oensingen (Solothurn) im Maßstab 1:25000. Aufgenommen von W. Delhaes und H. Gerth 1907—1909 unter Benutzung einer Manuskriptkarte von Professor G. Steinmann.


WALDENBURG


Waldenburg
Münchenstein
Münchenstein
Münchenstein

Erklärung der Tafel II.

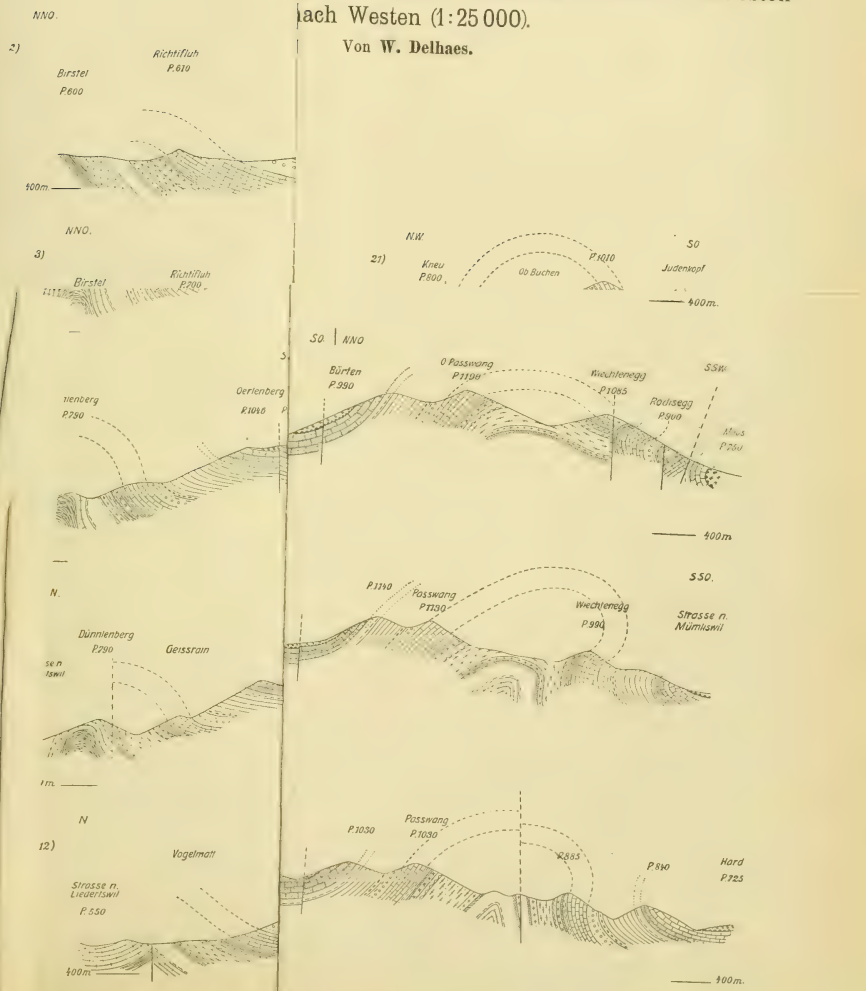
21 geologische Profile durch die Passwangkette zwischen Langenbruck—Waldenburg (Baselland) und Beinwilberg—Bogenthal (Solothurn) von Osten nach Westen (1—21). Maßstab 1 : 25 000. Von W. Delhaes.

Es schließen ungefähr folgende Profile der Passwangkette (Taf. II [XXXVII]) und der Farisbergkette (Taf. III [XXXVIII]) aneinander:

Taf. II:	1,	2,	3/4,	5,	6/7,	8,	9,	12/13,	14,	15,	16,	17,	18,	19				
Taf. III:	5/6,	7,	8,	9,	10,	11,	12/13,	16,	17,	18a,	18b,	19,	20,	22.				

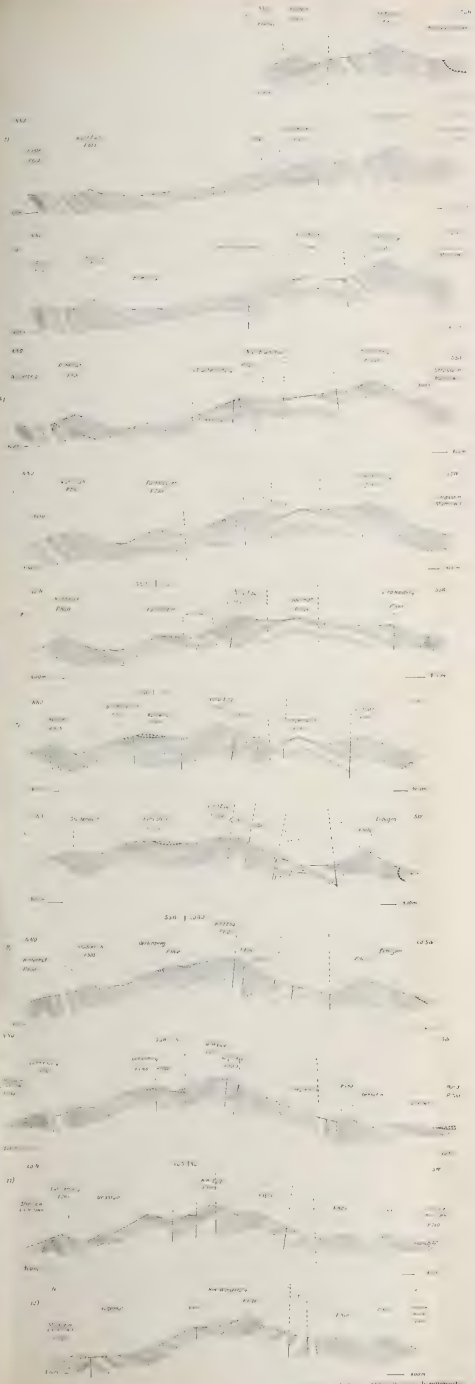
...ch die Passwangkette zwischen Langenbruck—...d Beinwilberg—Bogenthal (Solothurn) von Osten ...ach Westen (1:25 000).

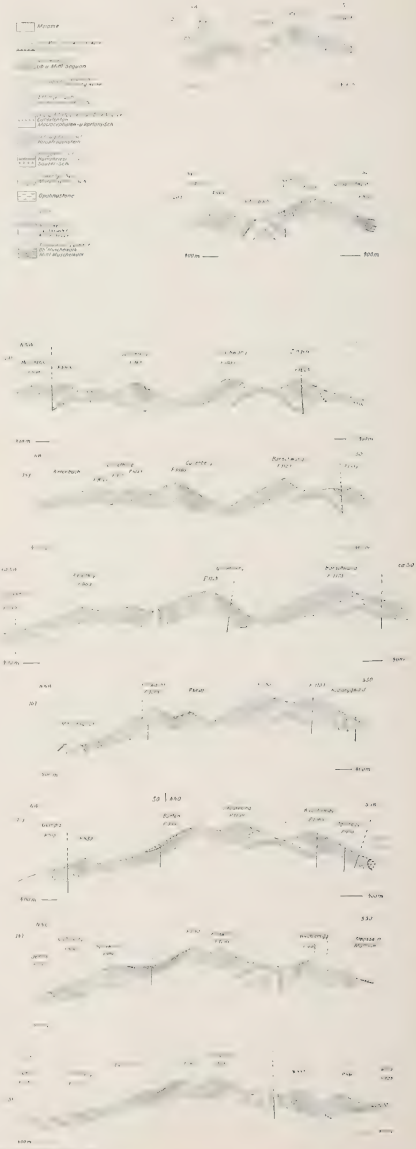
Von **W. Delhaes.**



21 geologische Profile durch die Passwangkette zwischen Langenbruck Waldenburg (Baselland) und Beinwilberg—Bogenthal (Solothurn) von Osten nach Westen (1:25 000).

Von W. Delhaes.

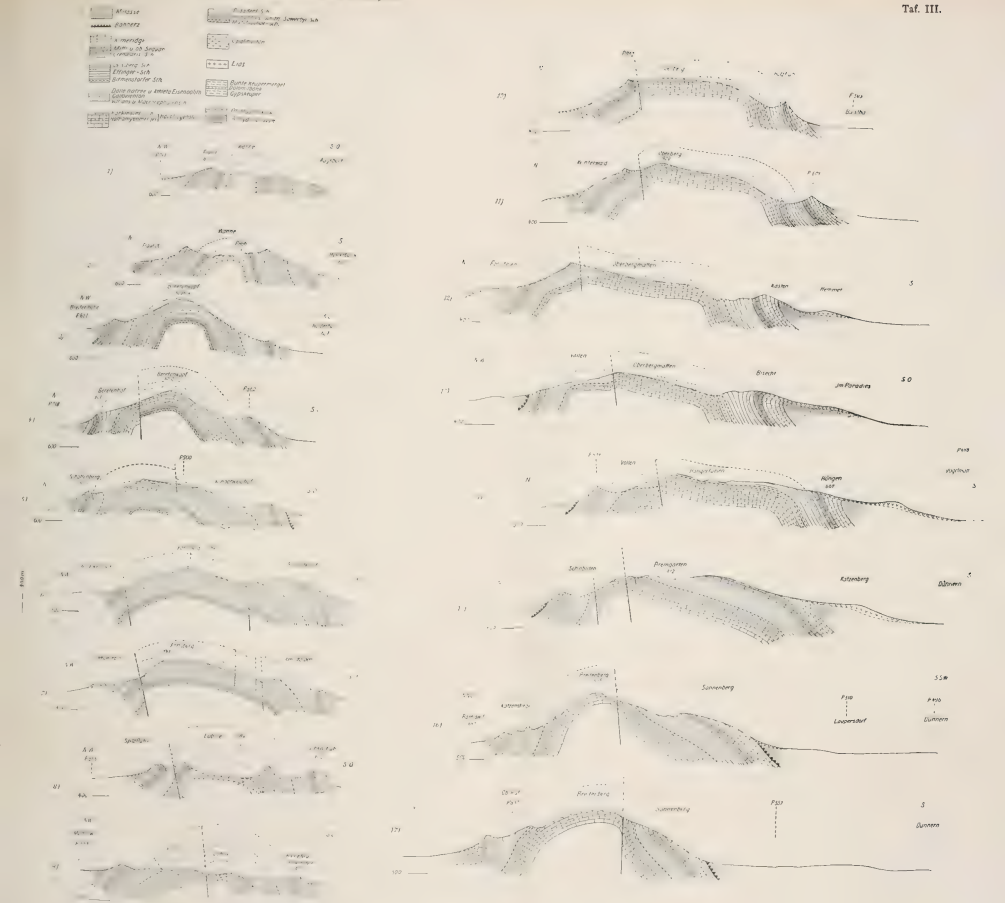




Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Kayser, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. II
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel III.

Profilserie durch die Farisbergkette im Maßstabe von 1 : 25 000, entworfen von H. Gerth.

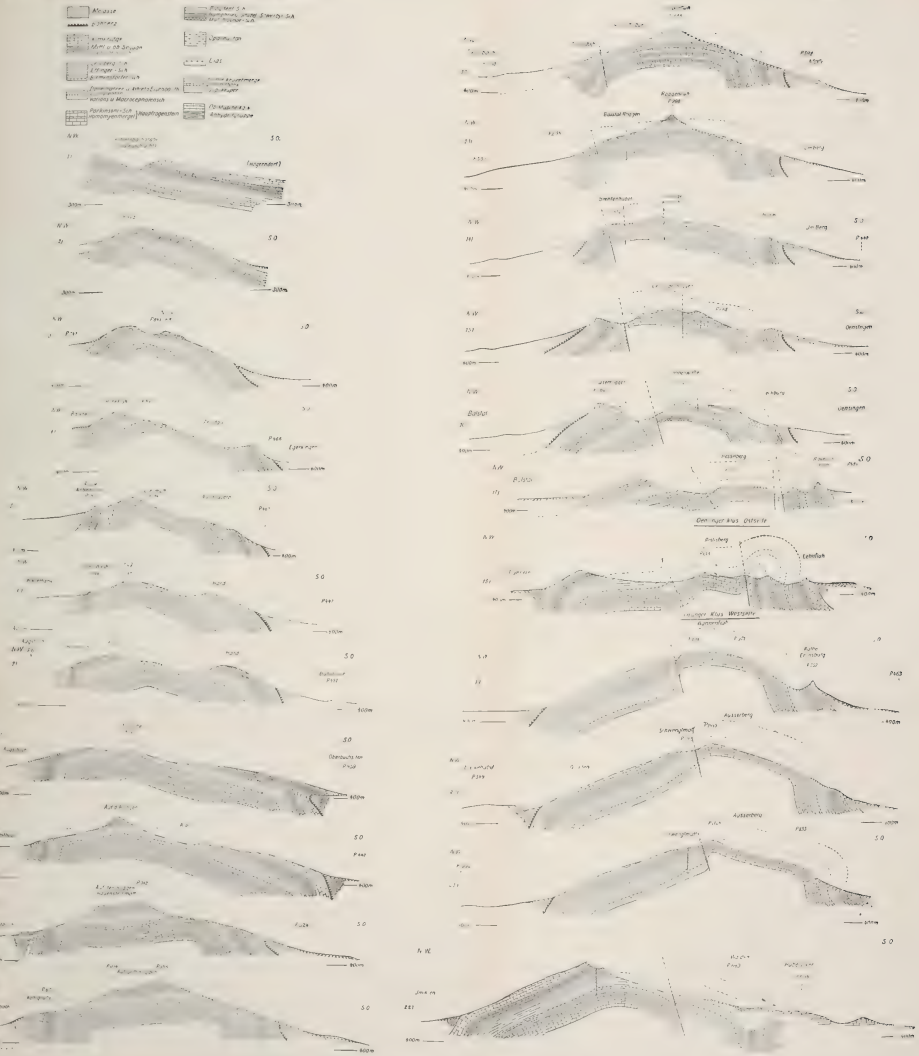


Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. III
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel IV.

Profilserie durch die Weißensteinkette in der Umgebung der Oensinger Klus im Maßstab 1 : 25000, entworfen von H. Gerth.

W



Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. IV.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel V.

Ansichten aus der Passwangkette.

Fig. 1. Blick vom Kellenköpfli nach W auf den normalen Nordschenkel der Passwangkette. Man sieht die aufgebrochene Passwangantiklinale (*Opalinus*-Tone der Limmern); den Unt. Dogger-Hauptrogensteinkamm des Passwang; die Callovien-Argoviendoppelkombe mit dem sie teilenden Grat der Dalle Nacrée (*D.N.*) Birmensdorfer Kalke (*Bi.K.*) an der Vogelberghöhe; den Sequannordschenel; die Sequan-Tertiärsynklinale von Gaitenberg-Bürtenweid. Zwischen dem Rogenstein des Kellenköpfli und dem Sequan des normalen Nordschenkels streicht die bedeutende „Kellenköpfli—Hint. Eggverwerfung“ (cf. Fig. 6, 7, 8).

Fig. 2. Die Rogensteinklippen „Zingelen“ von N (Unter Barschwang). Eigenartige Verwitterung der steilstehenden Schichten. Im Vordergrunde die wellige Landschaft der *Opalinus*-Tone von Unter Barschwang.

Fig. 3. Blick vom Vogelberg (Hauptrogensteinnordschenkel der Passwangkette) nach NW auf die Sequansynklinale Gaiten-Gaitenberg. Die „Bürtenweid-Gaitenbergverwerfung“ zerschneidet sie in die Sequansynklinale von Gaiten (O Gaiten mit Tertiärkern s. Fig. 8) und die Sequansynklinale des Gaitenberg. Infolge des Bruches hebt sich die Gaitenmulde W P. 870 aus, und ihr Sequan fällt in das Streichen des Argovien im Bogenthal. Der Geißberg besteht aus einer steilstehenden Tertiär-Sequanmulde. Das Doggergewölbe der Ullmetantiklinale liegt zwischen P. 1047 und Geißberg.

Fig. 4. Blick von der Straße Langenbruck-Waldenburg nach W. Schollenbau des Nordschenkels der Passwangkette zwischen Bilsteinberg und Bilstein. Die „Dürrenberg-Bilsteinverwerfung“ trennt die Doggermulde „Auf Bilstein“ vom Muschelkalkgewölbekern von Kunisrüti. Hier vereinigt sich mit ihr die „Helfenbergverwerfung“ von Bilsteinberg—Kuniweid.

Fig. 5. Blick von Lämmern nach W. Schollenbau des Nordschenkels der Passwangkette zwischen Bilsteinfluh und Ob. Schellenberg. Es folgen von Süden nach Norden die Schollen:

1. „Bilsteinmulde“ (ihr Nordschenkel ist die Bilsteinfluh) (s. Fig. 4).
2. „Neunbrunnbergscholle“ (Rogenstein mit flachem Nordeinfallen).
3. „Ob. Schellenbergscholle“ (Unt. Dogg. [*U.D.*], Rogenstein [*R.*], *Ferrugineus*-Schichten [*Fe.Sch.*], *Varians*-Schichten [*Va.Sch.*] mit steilem Südeinfallen und Ueberkippung).
4. „Sequanscholle des Ob. Schellenberg“ (*Seq.*, *Se.*), mit steilem Südeinfallen und Ueberkippung (Fallzeichen ist vergessen).
5. „Sequanscholle des Dürrenberg“ mit flachem Südeinfallen.
6. Den Vordergrund nimmt das „Einbruchsgebiet der Neunbrunnweid“ ein (Argovienmulde mit dem Sequanmuldenkern d. P. 786). An der „Bilsteinfluh“- und „Neunbrunnbergverwerfung“ brach dieser Teil des Passwangkettennordschenkels muldenförmig ein. Spitzwinklig stößt auf den „Neunbrunnbergbruch“ eine O—W-Störung, die den Dogger des Neunbrunnberg in die „Neunbrunnbergscholle“ (s. 2) und „Ob. Schellenbergscholle (s. 3) zerlegt. Die Sequanmulde des P. 786 sank an einer O—W-Störung ab, als deren westliche Fortsetzung wohl die Brüche zu gelten haben, die die „Sequanscholle des Ob. Schellenberg“ (s. 4) begrenzen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

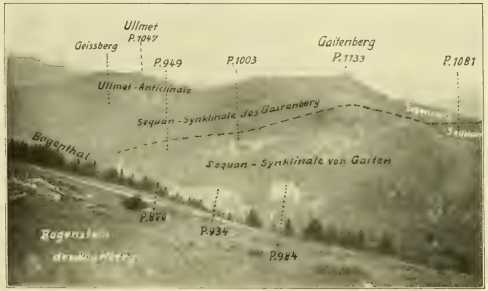


Fig. 3.

Dürrenberg

Fig. 5.

Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. V.
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Erklärung der Tafel VI.

Ansichten aus der Passwangkette.

Fig. 6. Blick vom Passwanggipfel (1207 m) nach O. Man sieht in den Aufbruch der Passwangkette hinein (Keuper—*Opalinus*-Tone von Klusersgut, Ob. Limmern). S Klusersgut fällt ein waldbestandener Liasgrat auf, ein Stück des eingebrochenen Gewölbedaches, das vom Keuper und Lias im W von Ob. Limmern durch Verwerfungen abgetrennt ist. Im Osten sieht man das Keuper-Lias-Doppelgewölbe der „Schattenweid" und „Soolmatt", das durch die „Soolmatt-Haubergweidverwerfung" bedingt ist.

Der „normale Nordschenkel der Passwangkette (Unt. Dogger, Rogenstein, Callovien, Argovien, Sequan, Tertiär der Wasserfallenweid wird von dem östlich folgenden „Einbruchsgebiet von Kellenköpfli—Hint. Egg." mit den drei Hauptrogensteinkomplexen von Hint. Egg (Rogenstein I), Kellenköpfli (Rog. II). Ramisgraben (Rog. III), durch die „Hint. Egg—Kellenköpfliverwerfung" (s. Fig. 1, 7, 8). abgegliedert. Die drei Rogensteinkomplexe werden außerdem durch Längsstörungen voneinander getrennt. Im Osten werden Rog. II und III durch die in einem Quertal verlaufende „Ramisgrabener Verwerfung" vom „Keuper-Liasgewölbe der Soolmatt" getrennt (s. Fig. 7, 9).

Fig. 7. Blick von der Haubergweid nach NW auf das „Einbruchsgebiet von Kellenköpfli, Hint. und Vord. Egg". Man sieht die drei Doggerkomplexe: Rog. I und Unt. Dogger des „Egggrates" (flaches Nordfallen); Rog. II des „Kellenköpfligrates" und Unt. Dogger der Wasserfallenweid (flaches Nordeinfallen); Argovien, Callovien, Rog. III des „Ramisgrabener Grates" (steiles Nord- bzw. Südeinfallen). Letzterer wird durch eine Querstörung vom „normalen Nordschenkel der Passwangkette (Trias—Sequan) abgetrennt (s. Fig. 6) und durch eine Nebenstörung in zwei Schollen zerlegt. Im Vordergrund das Lias-Keupergewölbe der Schattenweid und Soolmatt. In ihrer unmittelbaren westlichen Fortsetzung liegen, nur durch ein Tal getrennt, die Doggerkomplexe II und III.

Fig. 8. Blick von der Bürtenweid (Sequan—Tertiärsynklinale) nach O, auf das Westende der Rogensteinkomplexe von Kellenköpfli und Hint. Egg, die von dem normalen Nordschenkel der Passwangkette (Argovien—Sequan) durch die „Kellenköpfli—Hint. Eggverwerfung" (s. Fig. 1, 6, 7) getrennt werden. Vom Nordflügel der Tertiärmulde der Vord. Wasserfalle „Hohe Stelle" (Sequan) sank die Tertiär-Sequanscholle „Ob der Enzianfluh" ab.

Fig. 9. Blick vom P. 991 W Kellenberg nach W. Im Vordergrund der Keuper und Lias des Soolmattgewölbes, das vom Rogenstein II, Unt. Dogger des Kellenköpflimassives und Rogenstein III von Ramisgraben durch die „Ramisgrabener Verwerfung" getrennt wird (s. Fig. 6, 7). Zwischen dem Doggerkomplex II und III streicht die „Wasserfallenweidverwerfung" und wird durch den „Ramisgrabener Bruch" abgeschnitten (s. Fig. 6, 7). Im Westen sieht man die aufgebrochene Passwangantiklinale zwischen Vogelberghöhe—Passwang und Wiechtenegg. Der Nordschenkel ist zwischen Ob. Wiechten und Vogelberghöhe normal gebaut. Der Südschenkel ist S Ob. Wiechten durch den „Wiechtenegg—Zingelenbruch" zerschnitten. Dadurch fällt der flach S-fallende Rogenstein und Unt. Dogger von Wiechtenegg in das Streichen von flach N-fallendem Rogenstein S Ob. Wiechten.

Fig. 6.

Kettenköpfli
Hint. Egg
Vordere Egg
Normaler Nordschenkel d. Passwang-Falte
Vienhütte
990
Passwangkette
Regenstein
Regenstein
U. Dogger
Opalinus Tone
Trias
Lias Keupergewölbe der Schattenweid
Lias Gewölbe
d. Soolmatt
Hauptrogenstein
Unterer Dogger
Hauptrogenstein
Hauptrogenstein
Dogger
Hauptrogenstein
Hauptrogenstein
Hauptrogenstein

Erklärung der Tafel VII.

Ansichten aus der Farisbergkette.

Fig. 1. Blick gegen die Westwand der Mümliswiler Klus.

Der Rogenstein des Oberberges wird von der Oberbergverwerfung abgeschnitten, und die Malmkalke des Nordschenkels werden in sein Niveau abgesenkt. Am Boden der Klus bemerken wir das an der einspringenden Verwerfung niedergebrochene, kleine Rogensteingewölbe, das das normale Liegende des Nordschenkels der Kette bildet.

Fig. 2. Blick gegen das Spitzflühli in der Nordostecke der Mümliswiler Klus.

An der von der Passwangkette herüberkommenden Farisbergverwerfung ist der Nordschenkel der Kette abgesunken. Steil sind die Schichtköpfe des Sequan unter dem Spitzflühli in die Höhe geschleppt. Der Rogenstein des Farisberggewölbes dagegen hat an seiner Stirn eine bedeutende Abbiegung in die Tiefe erfahren, die wir längs der Verwerfung weit in die Klus einspringen sehen.

Fig. 3. Blick vom Balsthalroggen durch die in der Farisbergkette eingeschnittene Mümliswiler Klus gegen die Passwangkette.

Hinter den zu beiden Seiten der Klus aufragenden Kimmeridgefluhen des Südschenkels der Antiklinale erblicken wir die Rogensteingewölbe des Farisberges und Oberberges. Sie sind zu beiden Seiten des Quertales zirkusartig erodiert. Im Hintergrund der Klus endlich werden die Malmkalke des abgesunkenen Nordschenkels der Kette sichtbar.

Fig. 4. Blick in das zwischen Weißenstein- und Farisbergkette gelegene Synklinaltal von Balsthal gegen Westen.

Der Talboden wird aus Molasseschichten gebildet, die aber vielfach von Trümmermassen bedeckt sind, welche aus den steilgestellten Schenkeln der Gewölbe zu beiden Seiten des Tales ausgebrochen und abgerutscht sind.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. VII.
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena**.

Erklärung der Tafel VIII.

Ansichten aus der Weißensteinkette.

Fig. 1. Blick gegen Außerberg und Schwengimatt im Westen der Oensinger Klus.

An der Schwengimattverwerfung sehen wir, wie in der Mümliswiler Klus, den Nordschenkel des Gewölbes abgesunken, so daß die Malmkalke in das Niveau des Rogensteins des südlichen Gewölbeteiles zu liegen kommen.

Fig. 2. Detailansicht der Stelle an der Westwand der Oensinger Klus, an der die Schwengimattverwerfung in die Klus eintritt.

Zwischen die Kalkkomplexe des Rogenstein und Malm ist an der Verwerfung eine Scholle aus Schichten des Callovien und Argovien eingeklemmt.

Fig. 3. Ansicht des Roggen im Osten der Oensinger Klus von Norden, von oberhalb Balsthal.

Man sieht gegen die Stirn des südlichen Gewölbeteiles, die aus den Malmkalken der Roggenfluh und den darunter zutage tretenden Schichten des Argovien gebildet wird. Der Nordschenkel der Antiklinale ist entlang der Roggenverwerfung abgesunken, und nur die steil in die Höhe gebogenen Kimmeridgeschichten sind am Nordabfall der Kette erhalten. Auf der Molasse am Boden des Tales bemerken wir allenthalben Malmkalktrümmer, die aus den steilgestellten Schichten des Nordschenkels ausgebrochen und abgerutscht sind.

Fig. 4. Blick von der Schwengimatt gegen den Roggen im Osten der Oensinger Klus.

Die Roggenfluh stellt den normal aufgebauten südlichen Gewölbeteil dar. Ueber dem Rogenstein, der die Fluhwände des Sonnenwirbels zusammensetzt, folgen die Mergel und Kalke des Callovien und Argovien, die in den Matten des Balsthal- und Oensinger-Roggen austreten. Darüber baut sich dann die Roggenfluh aus den Kalken des Sequan und Kimmeridge auf. Der Nordschenkel der Kette ist längs der Roggenverwerfung auf große Erstreckung hin eingebrochen. Ihm gehören die Malmkalke an, die den Klusenroggen, links, unten im Vordergrunde des Bildes zusammensetzen.

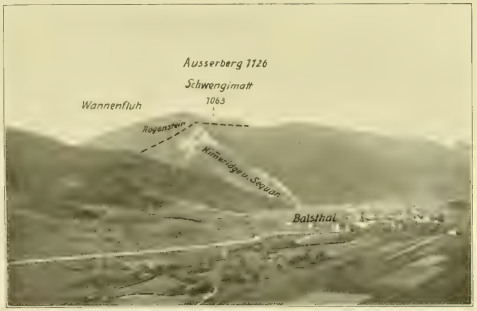


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. VIII.
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Erklärung der Tafel IX.

Ansichten aus der Weißensteinkette.

Fig. 1. Blick vom Rislisberg gegen den Kluserroggen im Norden der Oensinger Klus.

Im Vordergrund sehen wir das an der in die Klus einspringenden Roggenverwerfung eingebrochene Rogensteingewölbe des Hesselberges, auf das sich Callovien und Argovien des Nrodschenkels legen. Wie wir im tektonischen Teil ausführten, haben die Kalke des Malm im Nordschenkel nicht an der in die Klus einspringenden Verwerfung, sondern an einer geradlinig vom Balsthalroggen zur Schwengimatt herüberstreichenden Linie ihre Hauptabsenkung erlitten. So sehen wir die Sequankalke an der Südwand des Kluserroggen steil in die Höhe geschleppt und bis auf den Kamm des Bergrückens hinaufgepreßt.

Fig. 2. Diese Photographie soll uns die komplizierten Verhältnisse am Kuhweidwasserfall an der Ostecke des Kluserroggen erläutern, an der Stelle, an der die Rogenverwerfung schiefwinklig in die Klus einspringt.

Ganz rechts im Bilde sehen wir den Rogenstein des südlichen ungestört gebliebenen Gewölbeteiles. Die Malmschichten dagegen gehören dem abgesunkenen Nordschenkel der Antiklinale an. Das Sequan ist an vielen Stellen steil in die Höhe geschleppt, ja sogar durch den über den nördlichen, absinkenden Gewölbeteil überquellenden südlichen abgeschürft und gegen die aufgestülpten Kimmeridgekalke gepreßt. Der Kalksporn unter dem Kuhweidwasserfall ist von der Schleppung nicht betroffen worden, sondern ungestört in die Tiefe gebrochen.

Fig. 3. Blick von Norden gegen den östlichen Teil der Oensinger Klus.

Links sehen wir wieder den aus den Malmkalken des abgesunkenen nördlichen Gewölbeteiles gebildeten Kluserroggen. Das tiefe Rogensteingewölbe des Hesselberges in der Klus (bei *Rog.*, teilweise durch den Rauch des Eisenwerkes verdeckt) bildet sein normales Liegendes. Der Rogenstein des Sonnenwirbels gehört dem hochgebliebenen südlichen Gewölbeteil an.

Fig. 4. Zeigt uns den malerischen Anblick, den die Umgebung der Oensinger Klus vom Bahnhof Oensingen gewährt.

Wir sehen gegen den normal aufgebauten südlichen Gewölbeteil, während im Hintergrunde eben noch der abgesunkene Nordschenkel, der Kluserroggen sichtbar wird.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 2, 1

STYLOLITHEN UND DRUCKSUTUREN

VON

GEORG WAGNER
Künzelsau

MIT 3 TAFELN UND 7 TEXTFIGUREN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Alle Rechte vorbehalten.

Stylolithen und Drucksuturen.

Von

Georg Wagner, Künzelsau.

Stylolithen und Drucksuturen kommen im Hauptmuschelkalk so außerordentlich häufig und regelmäßig vor, daß sich jedem dort wandernden Geologen die Frage nach ihrer Entstehung aufdrängt. Fast jeder Steinhaufen an der Straße, jeder Aufschluß bietet ihm Gelegenheit zu einer Fülle von Beobachtungen. Jedoch zu seiner Verfügung steht auch eine stattliche Anzahl von Entstehungstheorien, die von dem oder jenem mit mehr oder weniger Glück aufgestellt und vertreten worden sind. Und nun gilt es, die herauszusuchen, die sich auch mit den wirklichen Beobachtungen in Einklang bringen läßt. Denn gar manche Theorie ist nur an der Hand von etlichen Schaustücken der Sammlungen entstanden, und eigene Untersuchungen im Gelände hätten bald ihre Unhaltbarkeit erwiesen. Diese oder jene Theorie wäre uns auch erspart geblieben, hätte man nur ein wenig Umschau gehalten in der schon vorhandenen sehr umfangreichen Literatur, in dem, was einst tüchtige Geologen mit klarem Blick erkannt. Es wird daher nötig sein, zunächst darauf näher einzugehen und dabei zu zeigen, wie alle Erklärungsmöglichkeiten erschöpft wurden. Dies ist um so nötiger, da auch heute noch manchmal eine alte, längst widerlegte Theorie, die eigentlich nur noch historisches Interesse haben sollte, aus dem Dunkel der Vergessenheit in neuem Gewande wieder auftaucht. Es soll versucht werden, den Vertretern jeder Richtung gerecht zu werden, ohne jedoch auf eine Kritik derselben zu verzichten. Im zweiten Teil wird nur auf Grund eigener Beobachtungen (die Belegstücke befinden sich in der Tübinger Universitätssammlung) zu zeigen versucht, wie nur die Auflösungstheorie allen Tatsachen Rechnung trägt.

Es ist mir eine liebe Pflicht, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Ernst von Koken, dessen freundlicher Unterstützung mit Rat und Tat ich mich bei dieser Arbeit jederzeit erfreuen durfte, meinen aufrichtigen, warmen Dank auszusprechen.

Die Zeichnungen hat mein Freund E. Hafner mit großer Sorgfalt ausgeführt; bei der Herstellung der Photographien hat mir mein Freund cand. geol. E. Silber wertvolle Dienste geleistet. Für ihre Mühe sei beiden auch hier herzlich gedankt.

I. Teil.

Geschichtlicher Rückblick und Kritik der einzelnen Theorien.

A. Drucksuturen und Gerölleindrücke, Entstehung derselben.

Die Frage nach der Entstehung der Drucksuturen und der Eindrücke der Kalkgerölle kann heute als ziemlich geklärt betrachtet werden. Mit letzterer haben sich besonders Sorby (1863), Daubrée und Rothpletz (1880, 1886) beschäftigt. Nach Sorby sind die Eindrücke „nicht sowohl durch mechanische Aushöhlung als durch chemische Lösung entstanden. Daß starker Druck, indem er Wärme erzeugt, das Lösungsvermögen einer Substanz erhöht, ist eine bekannte Tatsache. Während aber unter gewöhnlichen Umständen die zur Lösung erforderliche Wärme der Umgebung entzogen wird, wurde sie bei Entstehung des Eindrucks unmittelbar durch Druck der darüber liegenden Gesteinsmasse erzeugt. An der Stelle, wo zwei Gerölle gegeneinander gepreßt wurden, fand eine lebhafte Auflösung und Wegführung von Mineralmasse statt. Da aber mit dem Druck auch die Pressung fortdauerte, waren damit die Bedingungen zu einem tieferen Eindringen der Gerölle ineinander gegeben." Die dabei vorkommende Verzahnung der beiden Gerölle erklärt Rothpletz so: „Während im allgemeinen das eine Geröll (B) durch Auflösung des kohlensauren Kalkes einen Eindruck an der Kontaktfläche mit dem andern (A) erhielt, widerstanden doch gewisse Stellen dieser Auflösung besser als die andern und insbesondere die des entgegenstehenden Gerölls (A), so daß solche Stellen als spitzige Vorsprünge in letzteres eindrangen und dadurch eine Art von Verzahnung beider Gerölle hervorrief, deren turm- und zinnenartige Umrisse durch braune eisenschüssige Ränder noch besonders markiert sind." Daubrée hat dies auch experimentell bestätigt: „Läßt man zu Kalkgeröllen eine lösende Flüssigkeit zutropfen, so wird sie an dem Kontaktpunkt durch Kapillarität festgehalten, so daß die Kugeln hier allein sichtlich angegriffen werden. So entstehen Eindrücke wie bei natürlichen Geschieben." Bei den Eindrücken der tertiären Nagelfluhgerölle können durch diese Verzahnung Formen entstehen, die Stylolithen sehr ähnlich sind: seitlich deutliche parallele Riefen, oft auch Glättung wie bei Rutschflächen, dunkler Tonüberzug. Größere Erhebungen (etwa 1 cm hoch) lassen sich von Stylolithen kaum unterscheiden.

Die Eindrücke der Kalkgerölle der Nagelfluh verdanken nach Rothpletz ihre Entstehung gleichen Ursachen wie die Drucksuturen. „Bis in die kleinsten Details kehren die Eigentümlichkeiten der Suturflächen wieder, und sie zwingen uns, für beide Erscheinungen gleiche Entstehungsweise anzunehmen." Da Rothpletz scharf zwischen Stylolithen und Drucksuturen unterscheidet, ist es nötig, seine Beschreibung der Drucksuturen zu kennen. Es sind „die eigentümlichen, unregelmäßig gezackten, feinen, roten, braunen, schwarzen oder grauen Adern, welche vorzugsweise in stark aufgerichteten Ablagerungen die Kalksteine, Mergel und Dolomite nach verschiedenen Richtungen durchsetzen" und „in ihrem gezackten Verlaufe sehr häufig auffallend an die Suturen der Schädelknochen erinnern. Die Auszackungen der Drucksuturflächen sind nie sehr hoch und schwanken zwischen Bruchteilen eines Millimeters und etwa 1—2 cm. Sie sind niemals stielförmig, sondern mehr oder weniger konisch zugespitzt, dabei aber auf den Seitenflächen fein ausgezackt oder unregelmäßig gerieft. Petrefakten reichen gewöhnlich nicht von einer auf die andere Seite herüber, oder wenn doch, so sind die beiden Teile kleiner als das Petrefakt. Meist jedoch fehlt die Ergänzung völlig. Foraminiferen, Belemniten und Ammoniten erscheinen an den Drucksuturen angefressen. Sie sind von einer dünnen Tonhaut begleitet, deren Farbe stets von der des Kalksteins abhängig ist, und die als Auflösungsrückstand der fehlenden Kalk-

massen zu betrachten ist. In den noch horizontal gelagerten Kalkbänken fehlen sie ganz oder sind doch nur äußerst selten", denn sie sind „Wirkungen des Gebirgsdruckes auf festen Kalkstein, die Stylolithen Wirkungen des Druckes der Sedimentdecke auf noch größtenteils unverfestigte Kalkablagerungen".

B. Stylolithen.

1. Aeltere Beschreibungen und Entstehungstheorie.

Die Stylolithen beschrieb als erster (vgl. Rothpletz 1900) Mylius in seinen „Physikalischen Belustigungen" 1751 von Rüdersdorf als „Schwielen", die „wie versteinert Holz" aussehen. Freiesleben schildert sie 1807 als „zapfenförmige Struktur der Flözkalksteine" (Rogenstein und Rauchwacke Thüringens). „Man denke sich die zwischen zwei Schichten liegende Naht stellenweise zu senkrechten, turmähnlichen oder zapfenförmigen Zylindern erhoben, diese Zapfen ($^1/_2$—$1^1/_2$ Zoll hoch und ungefähr halb so stark) bloß unten mit der übrigen Gesteinsmasse verwachsen, an den Seitenflächen aber und an der oberen Endfläche von dem übrigen Kalkstein frei abstehend, dabei an den Seitenflächen gewöhnlich nach der senkrechten Richtung stark gestreift, auch wohl mit einem ockergelben, feinerdigen Ueberzug, so hat man ungefähr ein Bild dieser Struktur, die in einer Ebene oft ziemlich weit ohne Unterbrechung fortsetzt und dem Gestein im senkrechten Durchschnitt eine scharf konturierte turm- oder ruinenförmige Zeichnung gibt." Kurz, eine treffendere Beschreibung als wir sie 100 Jahre später in vielen Lehrbüchern finden, die Nebensächliches hervorheben und das Wesentliche weglassen.

Bald erhielten auch diese eigenartige Bildungen Namen: Hausmann nannte sie „Stängelkalk", Eaton 1824 „Lignilites" (wegen der Aehnlichkeit mit Holzfasern), Vanuxem „Epsomites" (weil er sie auf Bittersalzkristalle zurückführte). Allgemein eingebürgert hat sich mit Recht der Name „Stylolith", den Klöden 1828 aufstellte. *Stylolithes sulcatus* = gefurchter Pfeilerstein ist von allen wohl der bezeichnendste Name. Klödens anschauliche, liebevolle Beschreibung (1834) ist heute noch lesenswert. „Die gedachte Versteinerung findet sich in Rüdersdorf und setzt dicht gedrängt auf lange Strecken oder vielmehr durch die ganze Schicht fort." Er unterscheidet auch mit vollem Recht verschiedene „Abänderungen", je nach dem Kalkstein, der sie führt. In einem feinen, dichten Kalk findet sich „die vollendetste und schönste Form hinsichtlich der überaus schönen Streifen. Diese treten überaus zart, gerade und bestimmt hervor und dürften schwerlich durch Kunst mit gleicher Nettigkeit dargestellt werden können." In einem schaumigen, porösen Kalkstein erscheint die gestreifte Oberfläche der Säulen „splittrig und grob wie altes Holz", und die Enden sind zackig. Bei anderen treten auf den breiten Ablösungsflächen am unteren Ende des Stylolithen hier und da „runde warzige Erhöhungen hervor, als ob sich dünne Stengel hätten bilden wollen, welche mit den Säulen in näherer Verbindung zu stehen scheinen. Verschwunden ist über diesen Flächen sicher ein Stoff; denn sie sind von dem darüber liegenden Kalke durch eine dünne Lettenschicht von der Dicke eines Kartenblattes bis zu der eines Messerrückens getrennt. Niemals fehlt am Ende der Säulen der Ton." Von anderen sagt er: „Man kann kein schöneres und treueres Relief einer Gebirgsgegend en miniature sehen" als jene Gruppen teils gefurchter, teils glatter unregelmäßiger Kegel. „Eine größere und höhere Gruppe dieser Hügel hat offenbar sich zur Säule bilden wollen und dazu bereits den Anfang gemacht." „Nicht selten legen sich Säulen rechtwinklig gegen die Richtung der vorigen und parallel mit den Horizontalflächen ein,

deren Furchung dann meistens sehr unregelmäßig ist." Von „Zellgewebe, Zwischenwänden oder einer Nervenröhre" konnte er nichts finden. Auf seine Vermutung, daß Quallen die Ursache ihrer Entstehung seien, legt er keinen Wert. Er schreibt, daß er „bis jetzt darauf verzichte, die Erscheinung zu erklären". Diese vorzügliche, sorgfältige und genaue Beschreibung Klödens, die heute noch in vielen Punkten einzigartig dasteht, fand wenig Beachtung; sie hätte uns sonst den Wust von Theorien der nächsten Jahrzehnte erspart.

Zunächst wurde alles mögliche bei den Stylolithen untergebracht oder diese dementsprechend erklärt: fossile Korallen (Eaton 1824), Hippuriten (Escher von der Linth 1838), Encrinitenwurzeln und Rutschflächen (Graf Mandelsloh). O. Fraas sah 1850 in einer ca. 10 m langen gestreiften Schwefelkiesader einen Stylolithen, und Leube beschrieb einen solchen 1850 als ein Tier mit „kopfähnlicher Formation und anhängenden Saugorganen".

Andere führten dio Stylolithen auf Kristallisationserscheinungen zurück, so auf die Kristallisation von Magnesiumsulfat im noch weichen Sediment (Vanuxem 1842), von Kochsalz (Hall 1843), Cölestin (Emmons 1842), Gips (H. v. Meyer 1862); Hunt nannte sie daher 1863 Crystallites. Rossmässler und Cotta sahen in den „Eisstängeln", die sich im Winter aus dem Boden erheben, die Lösung der Frage.

Alberti (1858) erkannte zwar, daß organische Reste an der Spitze der Stylolithen nur selten, bei der Bildung der Stylolithen daher zufällig seien. Ferner: „durch das Austrocknen der Masse können die Septarien des Muschelkalks sich gebildet haben, nicht aber die Stylolithen." (Vgl. dagegen Plieninger 1852.) Bei den Stylolithen aus dem Schacht von Friedrichshall fand er in der „Asphalthülle" mehr als 80 Proz. Kohlenstoff, der sich an der Oberfläche rasch zersetzte und nur einen farbigen Ton zurückließ. Er nahm daher an, Erdöl sei in Tropfen in dem weichen, doch schon zähen Schlamm emporgedrungen (spezifisches Gewicht 0,8) und der von unten nachdrängende Schlamm habe diesen Hohlraum ausgefüllt. Das erhärtete Erdöl aber hätten wir jetzt als Asphaltkappe vor uns. Zelger (1870) sah in den Stylolithen „den Abzugsweg von Gasen, die bei der Verfestigung der Schichten frei wurden, durch jene plastisch zähe Masse", wobei von unten der Schlamm nachdrängte. Er weist auch hin auf den Einfluß des Gesteins: reine, scharfe Stylolithen, „wie wenn sie durch ein Drahteisen gezogen wären", in petrefaktenfreien homogenen Tonmergeln des Anhydrits; rauhe, unebene im Schaumkalk und *Trigonodus*-Kalk (mit einem Haufwerk von Schalen), „gleichsam als wären der Kraft, welche die Ursache ihrer Bildung war, während ihrer Tätigkeit Hindernisse, wenn auch nur geringe, in ihrem Bestreben in den Weg gelegt gewesen". Es wäre kaum nötig, diese Theorie zu widerlegen, wenn sie nicht heute in etwas veränderter Form von Potonié (1910) vertreten würde: Die organische Substanz des Sapropelschlammes erzeugte bei weiterer Selbstzersetzung Gasblasen. „Sammelt sich Gas unter einer im Schlamm liegenden Muschel an, so konnte sie wohl durch den Auftrieb emporgehoben werden, und die sich dadurch bildende Röhre wurde durch von unten nachfließenden Brei erfüllt, der die Form eines Stylolithen annehmen mußte."

Diese Theorie kann jedoch die Entstehung der Stylolithen nicht erklären. Denn Muschelschalen krönen die Stylolithen hauptsächlich in Sammlungen und Lehrbüchern. In der Natur sind sie, besonders in Süddeutschland, sehr selten, dürfen also nicht zur Erklärung herangezogen werden. Dann sind Stylolithen in bitumenfreien Jurakalken ebenso häufig und schön wie in bitumenreichen Kalken. Große, viele Quadratcentimeter Querschnitt zeigende Stylolithen können durch Erdöltropfen oder Gasblasen nicht entstanden sein, ebensowenig Durchbohrungen und Durchschneidungen von Muschelschalen, von

Stylolithen durch Stylolithen, liegende Stylolithenzüge. Dabei trägt diese Theorie der Tatsache nicht im geringsten Rechnung, daß die Stylolithen große, oft viele 100 qm große Flächen bedecken, daß ebensoviele Stylolithen nach unten gehen (also unten ihre Tonkappe haben), wie nach oben. Daher ist auch diese Theorie schon längst allgemein aufgegeben; denn jedes reichere Beobachtungsmaterial schließt sie aus. Dazu ist die physikalische Begründung sehr anfechtbar. Warum soll denn nicht der Schlamm auch von den Seiten nachdringen, wo er eigentlich noch viel flüssiger sein sollte als in der darunter folgenden Lage, und wie sollte eine scharfe Grenze Schlamm gegen Schlamm möglich sein?

Quenstedt wechselte seine Ansicht über die Entstehung der Stylolithen mehrmals. Zuerst hielt er sie für die Ausfüllung von Hohlräumen, welche durch Emporsteigen der leichteren Muschelschalen im weichen Schlamm entstanden. Plieninger widerlegte 1852 diese Theorie der hydrostatischen Hebung oder Senkung der Muschelschalen (auch die physikalische Möglichkeit dieser Erklärung). Er sah die Ursache der Stylolithen in der Bildung von Trockenrissen im austrocknenden Schlamm, Regen bedingte die seitliche Streifung und rasche Schlammzufuhr ihre Erhaltung. (So auch schon Strombeck 1849.) Die Stylolithen so durch von Volumenänderung veranlaßtes Zerspalten zu erklären, hatte schon Klöden 1834 zurückgewiesen mit den Worten: „Eine solche Ansicht ist nur bei oberflächlicher Ansicht der Erscheinung möglich.“ — Quenstedt brachte dagegen 1853 eine andere Theorie. Fallati hatte gefunden, „daß es im Schwarzwald Stylolithen regne“. Die Muschelschale wurde mit der schützenden Kappe dieser Erdpyramiden verglichen (ebenso Weiss 1868). Quenstedt nahm aber statt des Regens als wirkende Kraft Wasserströmungen an und wendete sich dabei gegen Plieninger, der seine Beobachtungen am Schlamm des Stuttgarter Feuersees gemacht hatte: „Nur sind dann der Stuttgarter Feuersee oder irgend eine schwäbische Froschlache wohl schwerlich der Ort, wo man Aufschlüsse zu hoffen hat, sondern man muß sich vor allem der Meeresküste zuwenden und hier die Natur in ihrer großen, aber leider so geheimen Werkstätte belauschen.“ Lange hielt Quenstedt selbst diese Theorie nicht aufrecht. Heute finden wir diesen Gedanken nur noch von Rinne (1905) vertreten, der bei den Erdpyramiden schreibt: „Vielleicht gehören auch die Stylolithen hierher.“ Nun läßt aber diese Theorie fast alle Eigentümlichkeiten der Stylolithen unerklärt; die äußere Aehnlichkeit schwindet bei näherer Betrachtung. Nimmt man Regen als erzeugende Kraft an, so würde jeder Stylolithenzug eine Trockenlegung des Meeresbodens bedeuten, was bei der großen Häufigkeit der Stylolithen selbst bei größter Phantasie undenkbar ist. Durch Meeresströmungen kann wohl eine zackige Verzahnung zweier Schichten entstehen, das jüngere Sediment legt sich in die aus dem älteren ausgewühlten Taschen. Derartige Ausnagungen sind gar nicht selten, werden bloß meist übersehen. Besonders stark und auffallend fand ich sie im Arietenkalk nördlich Binsdorf; auch im Muschelkalk wenig über der oberen Terebratelbank sieht man manchmal einen körnig-kristallinen Kalk in den ausgenagten Taschen eines glatten, grauen Kalkes, so bei Gailenkirchen (OA. Hall) und bei Sontheim (OA. Heilbronn). Aber so entstehen keine Stylolithen; wie etwa eine Riefung zustande kommen sollte, ist kaum denkbar, die Stylolithen sind dazu viel zu regelmäßig. Auch schließen hohe, nur wenige Millimeter dicke Formen eine derartige Entstehung aus.

Heute dreht sich der Streit eigentlich nur noch um zwei Theorien. Die „Drucktheorie“ war bis vor kurzem absolut vorherrschend, ihre Hauptvertreter sind Quenstedt, Marsh, Thurmann, Gümbel und Rothpletz. Sehr jung ist die „Auflösungstheorie“. Fuchs machte 1894 den ersten Angriff gegen die herrschende Anschauung, und Reis folgte seinen Spuren (1901/02).

2. Entstehung durch Druck im plastischen Sediment.

Quenstedt hatte 1837 die Stylolithen auf die Zusammenziehung der Gebirgsmassen beim Austrocknen zurückgeführt und als „durch organische Körper geleitete unorganische Absonderungen" erklärt. In seinen „Epochen der Natur" (pag. 200) trägt er die Drucktheorie eingehender vor. „Die untere Schicht (*u*) wurde abgelagert samt den Muscheln (*m*) auf ihrer Oberfläche; dann kam der Lettenbeschlag (*l*), welcher die Oberfläche und folglich auch die Muscheln bedeckte; endlich als drittes die obere Bank (*o*). Schon der verschiedenzeitige Niederschlag mochte gewisse Differenzen in der Härte von *u* und *o* hervorbringen. Als nun die darauf lagernde Masse immer mehr drückte, riß die Lettenschicht, die untere Kalkbank *u* drang in die obere *o* und umgekehrt. Stylolith und Gegenstylolith wären dann nichts weiter als die Fugen der beiden ineinander gedrückten Grenzschichten. Durch Druck wären dann auch die zahllosen höchst unregelmäßigen Höcker und Zapfen erklärt, welche man so oft auf Kalkbänken von Letten bedeckt findet; stehende und hängende Zapfen greifen dabei immer regelmäßig ineinander, der Ungeübte verwechselt sie dagegen leicht mit organischen Formen. Dies nach langem Schwanken meine jetzige Ansicht." Aehnliche Erklärungen gaben Thurmann und Beyrich schon früher. Nach Rothpletz (1900. pag. 25) „ist die beste, auch heute noch stichhaltigste Erklärung jedenfalls diejenige Thurmanns. Liegen 2 Kalkschichten in weichem (pelomorphem) Zustand übereinander, so drückt die obere die untere, einerlei ob eine tonige Zwischenschicht vorhanden ist oder nicht. Ist die untere Schicht irgendwo stärker komprimierbar als sonst ringsum, oder wird ein stärkerer Druck auf sie ausgeübt, so sinkt die obere Masse dort zapfenförmig ein und erhält dabei seitliche Striemung. Die horizontalen Stylolithen sind durch Seitendruck entstanden, der aber gewöhnlich zu schwach war oder erst eintrat, als das Gestein nicht mehr plastisch genug war, so daß diese Stylolithen sich nicht so häufig und wohl charakterisiert entwickeln konnten." Rothpletz fügt noch hinzu, daß der vertikale Druck in so weichem Gestein den horizontalen auslösen muß. Thurmann ist übrigens der konsequenteste Vertreter des Pelomorphismus. Er erklärt auch die Gerölle der tertiären Nagelfluh zu der Zeit, als sie ihre gegenseitigen Eindrücke erhielten, noch für pelomorph (plastisch)!

Marsh (1864) zählt als Ursachen der größeren Widerstandsfähigkeit einzelner Partien der Kalklagen auf: 1) daß nach oben gewölbte Schalen wie Keile die Kohäsion der aufliegenden Massen überwunden haben, 2) daß das Gewicht des Deckels die Masse unter ihm bereits verdichtet habe, 3) daß die organische Substanz des Deckels im Kalkschlamm darunter bereits Kalkkonkretionen veranlaßt habe, deren Zustandekommen nach oben die hangende Tonschicht verhinderte.

Gümbel legt den Hauptwert auf die „nie fehlende Tonkappe". Er stellt fest, daß die Tonkappe des Stylolithen mit der tonigen Lage ident ist, welche die den Stylolithen einschließende Gesteinsschicht nach unten begrenzt. „Sie ist ein mit der Stylolithenmasse aufwärts gestiegener Teil dieser unteren tonigen Lage". Seine Erklärung ist folgende: „Die Stylolithen sind innerhalb mehrerer aufeinander lagernder, in Form eines Kalkschlammes abgesetzter, durch tonige oder mergelige Zwischenlagen abgetrennter Schichten dadurch entstanden, daß bei dem ungleichen Verhalten bei dem Austrocknen oder Verfestigen die Ton- und Mergellage sich zusammenzog, rissig wurde, in kleine Stückchen klüftete und daß dadurch die bisher bestehende Gleichgewichtslage der zwei aufeinander ruhenden Kalkschichten gestört wurde, die auflagernde Kalkmasse einen Druck auf die unterliegende ausübte, der bei dem Austrocknen entstandenen Raumverminderung entsprechend sich senkte und dadurch einzelne kleine, durch das Zersprengen der Tonlage abgetrennte Partien der unterliegenden Masse zu einer aufsteigenden Bewegung veranlaßte. Durch diese wechselseitige Bewegung, nämlich einer sich senkenden in der

Hauptmasse und einer aufsteigenden in den zerstückelten kleineren Partien, entstand die zapfenförmige Verkeilung der Stylolithen mit dem einschließenden Gestein, und durch die Bewegung selbst nach dem Umriß der hierbei bahnbrechenden Schale oder Tonschieferscholle bildete sich die Kanellierung und Längsstreifung der Stylolithen. Das durch Zerreißung der unteren Tonlage abgetrennte Tonstück erscheint als die Kappe des Stylolithen, die während des Aufsteigens sich abtrennenden Tonteilchen als toniger Ueberzug des Stylolithen." Die horizontalen Stylolithen, deren Vorkommen er zuerst bezweifelte, erklärte er so, daß da, wo durch Spalten (im plastischen Kalkschlamm! unter Druck!) „dem Niedersinken der Mergelstücke ein geringerer Widerstand in seitlicher Richtung entgegengestellt war als gegen abwärts, das Mergelstück seitlich und oft geradezu horizontal abgelenkt wurde" und so horizontale Stylolithen erzeugte. Gümbel versuchte auch seine Theorie experimentell zu bestätigen. Auf eine halbweiche Masse, oben von einer dünnen Tonschicht überdeckt, legte er eine durchlöcherte Bleiplatte, darauf brachte er Kreideschlamm. Durch ihre Schwere senkte sich die Bleiplatte langsam, und dieser Senkung entsprechend wurden aus der unterlagernden Masse durch die Löcher der Bleiplatte säulenförmige, nach dem Umriß der Löcher kanellierte und deutlich längsgestreifte Stiele in die der Platte aufliegende Masse hineingepreßt. Ein Tonstückchen bildet auch hier die Kappe, und die Seiten waren stellenweise mit einem tonigen Ueberzug bekleidet.

Dieses vielgenannte Experiment Gümbels ist aber durchaus nicht beweiskräftig. Daß man durch ein Drahteisen oder eine Eisenschablone Stylolithenmodelle erzeugen könne, erwähnen schon Alberti und Zelger, ohne jedoch auf den Gedanken zu kommen, darin ein Experiment zu sehen. Auch Fuchs führt mit Recht an, daß die Schwere der Bleiplatte und die damit verbundene Senkung derselben die Stylolithen erzeugt, und daß wir in der Natur keine Kraft haben, die dieser entspricht. Das Resultat des Experiments konnte nie fraglich sein. Hätte aber Gümbel wenigstens eine leichte durchlöcherte Platte genommen und bei derselben Anordnung den ganzen Schichtenkomplex noch so sehr belastet, so wären keine Stylolithen entstanden. Nur der einseitige Druck auf die untere Schicht allein und die völlige Entlastung der oberen Schicht mußte diese Bewegungen hervorrufen. Nur die Abwärtsbewegung der unnachgiebigen Platte erzeugte Formen wie Stylolithen. Und diese Platte soll die Rolle der zerrissenen Tonschicht in der Natur spielen? Von einem derartigen Experiment kann also auf den wirklichen Vorgang durchaus nicht geschlossen werden. Noch viel anfechtbarer ist (nach Rothpletz) die physikalische Begründung der Theorie. „Der dünnen Tonlage wird hier eine Rolle zugeschrieben, die sie gar nicht spielen kann. Wenn die aufliegende, noch weiche, plastische Kalkmasse einen „großen Druck" ausübte, so konnte die dünne Tonschicht nicht zerreißen, höchstens zusammengepreßt werden, was aber in diesem Fall gerade das Gegenteil von Zerreißen bedeutet. Dazu kann diese Theorie die horizontalen Stylolithen nicht erklären." Daher bezweifelte Gümbel auch das Vorkommen der ihm so unbequemen horizontalen Stylolithen, obwohl sie schon mehrfach beschrieben worden waren (vgl. Klöden). Als er sich endlich von ihrem Bestehen überzeugen mußte, erhielt er doch seine frühere Erklärung aufrecht. „Wie freilich in dem weichen, plastischen und noch nicht ausgetrockneten Kalkschlamm, der unter hohem Druck stand, Spalten bestehen konnten, darüber gibt er uns keine Aufklärung." (Rothpletz.) Schon aus diesen theoretischen Erwägungen geht hervor, daß Gümbels Erklärung ungenügend ist, und daß man keineswegs von ihr als einer „experimentell bestätigten" reden kann.

Einleuchtend und theoretisch möglich erscheint die Erklärung von Rothpletz (1900). Sie könnte für manche Stylolithen zutreffen; aber von den Beobachtungen in der Natur sprechen viel mehr

dagegen als dafür. Er geht von einigen Voraussetzungen aus, die ich auf Grund zahlreicher Beobachtungen nicht als richtig anerkenne. „Die Stylolithen lassen nichts erkennen, was auf irgendwie wesentliche chemische Tätigkeit hindeutete. Die Versteinerungen, welche die Zapfen verhältnismäßig nicht selten krönen, sind stets ebenso vollkommen erhalten wie andere im normalen Kalkstein eingeschlossene. Es ist mir kein Fall bekannt, wo größere Petrefakten von den Stylolithenbändern durchschnitten oder gar angefressen wären.“ Geht man von dieser nicht zutreffenden Voraussetzung aus, daß chemische Auflösung keine Rolle gespielt habe, dann bleibt allerdings nur die Erklärung von Rothpletz übrig. „Die Masse muß noch weich oder noch locker gewesen sein. Dieser Zustand kann aber nur verhältnismäßig kurze Zeit nach Entstehung des Kalkabsatzes bestanden haben, so lange das Meereswasser mit seinen leicht löslichen Salzen noch den Kalksand und Schlamm durchtränkte und die kleinen Kalkkörner sich noch nicht fest aneinander angeschlossen hatten, so wie dies jetzt der Fall ist. Später war eine wirkliche Stylolithenbildung nicht mehr möglich. Wenn auf diese Weise eine lockere Schicht um einige Zentimeter zusammengedrückt wurde, so konnte dies doch nur dann in ganz gleichmäßiger Weise geschehen, wenn die Festigkeit derselben überall gleich gering war. Hatten sich aber irgendwie schon Verfestigungen vielleicht durch Ausscheidung eines kristallinen Bindemittels oder durch konkretionäre Bildungen eingestellt, dann trat keine Kompression oder doch nur eine geringere als ringsumher ein, und diese Teile blieben dann als Zapfen stehen, während daneben die obere Schicht heruntersank und mit ihren festen Kalkkörnern die Wände der Zapfen in der Richtung der Bewegung, also vertikal abwärts in ähnlicher Weise riefte, wie das auf glatten Flächen (Rutschflächen) bei Verwerfungen häufig geschieht. Wenn also eine Asteride oder ein Seeigel auf einen zylinderförmigen Pfeiler zu stehen gekommen ist, so ist anzunehmen, daß diese Petrefakten bei der Entstehung der Stylolithen zufällig einen etwas festeren Teil der Kalkbank unter sich hatten, der aber heute, wo die ganze Bank erhärtet ist, als solcher nicht mehr erkannt werden kann. Natürlich ist aber nicht nur diese eine Bank von der Kompression betroffen worden, sondern auch die darüber liegende, und wenn in dieser ebenfalls festere Teile sich befanden, so konnte der Gegendruck der unteren Bank an diesen Stellen nicht so wirksam sein, und es erklärt sich daraus, warum, wenn auch viel seltener, Zapfen vorkommen, die von oben nach unten gerichtet sind. Der Druck der auflastenden Massen erzeugt in lockeren Massen aber nicht nur eine Bewegung in vertikaler Richtung, da ja die Kompression nach jeder Richtung möglich ist, und so ist es denkbar, daß bei verschiedener Festigkeit der einzelnen Teile der Sedimentlagen auch Zapfen in schräger oder horizontaler Richtung entstanden, die also nicht von den Schichtflächen ausgehen. Bei diesen liegenden Stylolithen scheinen Ton- und Petrefaktenkappen zu fehlen, was auch ganz begreiflich ist.“

So weit die Erklärung von Rothpletz. Sie ist einheitlich, und es läßt sich theoretisch nicht viel dagegen einwenden. Leider sind die Vorgänge beim Uebergang von Kalkschlamm in festen Kalkstein noch wenig bekannt. Thoulet (1908) gibt an, daß der Kalkschlamm durch Austrocknen an der Luft 25, beim Uebergang in festen Kalkstein 60 Volumprozente verliert. Es findet also bei der Verfestigung eine Zusammenpressung auf $^2/_5$ statt. Doch werden wohl kaum die Dichtigkeitsdifferenzen in den Schichten genügend groß sein können, um hohe Stylolithen zu erklären. Dazu wären diese festeren Partien wohl kaum so scharf abgegrenzt (etwa genau dem Umriß des Seesterns entsprechend). Wulstige unregelmäßige Erhebungen auf den Schichtflächen lassen sich so leicht erklären, kaum aber hohe, dünne Stylolithen. Wie aber die liegenden Stylolithen, wenn sie keine Tonkappe besitzen, erhaltungsfähig sind, ist nicht gut denkbar, entstammen sie doch derselben Schicht; und da sie keine abgrenzende Tonhülle hatten, mußten sie doch bei der einsetzenden Erhärtung völlig verschwinden, d. h. mit dem Neben-

gestein verschmelzen. Nun sind aber auch bei ihnen stets Tonkappen vorhanden, und Gümbel beschreibt schon 1888, daß diese liegenden Stylolithen seitlich und an den Enden denselben Ueberzug von Mergel haben wie vertikale. Und diese vertikale Tonlage im Gestein kann Rothpletz ebensowenig befriedigend erklären wie Gümbel. Daher ist ihm das Fehlen der Tonlage in diesem Fall „ganz begreiflich". Ebenso bleibt eine ganze Reihe von Tatsachen unerklärt: die verschiedene Entstehungszeit der Stylolithen einer Bank, Durchbohrungen von Stylolithen durch Stylolithen, geknickte Stylolithen, die mit der Höhe der Stylolithen abnehmende und zuletzt auskeilende Tonlage, das Vorkommen in absolut homogenem Gestein, in reinen Muschelbänken, ihr Verhalten zu den Petrefakten und anderes mehr.

3. Entstehung durch chemische Auflösung im festen Gestein.

Der Drucktheorie steht heute die Auflösungstheorie gegenüber, welche Drucksuturen und Stylolithen für genetisch ident hält, entstanden durch chemische Auflösung auf Sprüngen im festen Gestein. Nur Rothpletz unterscheidet morphologisch und genetisch scharf zwischen Stylolithen und Drucksuturen. Von allen diesen Unterschieden bleibt jedoch bei genauerer Untersuchung wohl nur die verschiedene Entstehungstheorie übrig. „Die Drucksuturen schwanken nach ihm in der Höhe zwischen Bruchteilen eines Millimeter und etwa 1—2 cm, die Stylolithen erreichen dagegen bis 10, ja 30 cm Höhe. Die Drucksuturen sind nie stielförmig, sondern mehr oder weniger konisch zugespitzt, dabei aber auf den Seitenflächen fein ausgezackt und unregelmäßig gerieft. Die Seitenflächen der Stylolithen sind ziemlich parallel oder doch nur schwach konvergierend, deutlich gerieft, die Endflächen stets flach."

Zu wesentlich anderen Resultaten kam schon Klöden 1834 (s. o.). James Hall beschreibt schon 1843 aus dem Niagarakalk „außer regelmäßigen Schichtgrenzen eine oft vorkommende Art von welligem Saum oder Sutur; die vorstehenden Teile einer Schicht greifen in die entsprechenden Vertiefungen der anderen ein. Diese Sutur ist stellenweise kaum sichtbar, wird aber beträchtlich hoch, und die vorstehenden Teile einer Schicht werden 1—6 Zoll lang. M. Vanuxem verglich sie mit Schädelsuturen, denen sie oft gleichen. Getrennt zeigen die vertikalen Oberflächen Parallelstreifung und sind mit einer Kohlenstoff enthaltenden Substanz bedeckt. Sie sind nicht immer an die Schichtgrenzen gebunden, sondern dringen wie Holzpflöcke in die festen Schichten ein." Auch beobachtete Hall senkrechte Suturlinien mit horizontalen Streifen und bildete typische Drucksuturen und Stylolithen ab, die er für ident hielt.

B. Cotta beschrieb 1851 Stylolithen aus dem Rogenstein des Harzes (auch Quenstedt waren sie von dort bekannt 1837). Sie sind dort „ziemlich häufig und durchaus ähnlich denen im Zechstein und im Muschelkalk". „Daß aber Stylolithen in einem aus vorher fertigen Körnern zusammengesetzten Gestein entstehen können, welches sich sicher niemals in einem schlammartigen Zustand befunden hat, ist doch gewiß sehr beachtenswert und steht wohl im Widerspruch mit den ohnehin noch sehr dunklen Hypothesen, welche bisher über die Bildung der Stylolithen aufgestellt worden sind." Diese wichtige Beobachtung blieb jedoch unbeachtet. Suess vereinigte Drucksuturen und Stylolithen ebenso wie Hall, Marsh, Quenstedt, nur nahmen diese für beide Entstehung im weichen Sediment an. So schreibt Quenstedt in den „Epochen" (pag. 489) (Fig. 1): „Zackige Wellen bilden die ersten Anfänge, und von da aus lassen sich bis zu den schlanken Säulen

Fig. 1. Uebergang von Stylolithen zu Drucksuturen. Original zu Quenstedt (Epochen der Natur). Aus dem Muschelkalk von Friedrichshall.

alle Mittelstufen verfolgen. Auch jene wulstigen unförmlichen Erhöhungen auf den Schichtflächen müssen wohl durch Druck erzeugt sein."

Fuchs vertrat zuerst die Auflösungstheorie und die Identität von Stylolithen und Drucksuturen. „Die Stylolithen entstehen keineswegs im weichen schlammigen, sondern vielmehr im erhärteten Gestein. Sie sind auch keineswegs an die Schichtflächen gebunden, sondern es setzen die Stylolithenbänder mitunter auch quer durch das Gestein. Wir sind vollkommen berechtigt, in den Stylolithenbändern nur eine besondere Form von Drucksuturen zu sehen. Der Tonbeschlag der Sutur ist das Residuum der aufgelösten Substanz, die Bildung von Rutschstreifen die Folge der stattgehabten Bewegung. Es scheint (durch die Eindrücke der Gerölle) erwiesen, daß chemische Auflösungsprozesse, welche sich an den Berührungsflächen ähnlicher Substanzen abspielen, unter Umständen nur die eine Seite angreifen, die andere aber unberührt lassen." Die Bildung geriefter, glänzender Rutschflächen auf einer weichen, teigartigen Masse scheint ihm nicht gut denkbar. „Würden die Stylolithen durch ein Ineinanderpressen weicher, plastischer Substanzen entstanden sein, so könnten Streifen im Nebengestein unmöglich am Stylolithen scharf abschneiden und jenseits desselben in gleicher Höhe wieder fortsetzen, sondern dieselben müßten vielmehr durch den eingedrungenen Stylolithen deformiert erscheinen und sich schlingenartig um denselben herumziehen. Jedes Stylolithenband stellt eine Art Verzahnung dar, bei welcher die Bewegung wahrscheinlich von beiden Seiten her gleichzeitig erfolgte, von einer bestimmten Richtung des Eindringens kann man gar nicht sprechen." Auch weist er darauf hin, daß die Eindrücke der Gerölle oft dieselben Rutschstreifen zeigen wie die Stylolithen, mit ihnen also gleicher Entstehung sind. Rothpletz wendete dagegen ein, daß er auch im Lehm Rutschflächen beobachtete, die sich lange erhielten. Ferner: „Bei den Drucksuturen wechseln kurze riefenartige Vertiefungen miteinander ab und geben der Oberfläche mehr ein zerhacktes als ein gestreiftes oder kanelliertes Aussehen." „Chemische Auflösung kann so lange und regelmäßige Furchen nicht erzeugen."

Sehr eingehend hat sich Reis mit der Stylolithenfrage beschäftigt und die Theorie von Fuchs weiter ausgebaut. Seine Ergebnisse sind folgende: „Weder innerhalb noch außerhalb der Stylolithen zeigt sich eine Spur einer Schleppung der aneinander stoßenden Horizontalstreifen der Gesteine, weiter keine Spur einer Ausbiegung oder seitlichen Ausquellung über dem Scheitel der Stylolithenköpfe, kurz, es liegt kein Anlaß zu der Annahme vor, daß das Volumen des durch den Stylolithenzapfen ersetzten Gesteins irgendwie räumlich verdrängt worden sei; es kann daher nur bei völliger Gesteinshärte chemisch weggeschafft sein." Im Gegengestein der Stylolithen fanden wirkliche Ausnagungen von Schalen, von linsenförmigen Konkretionen oder bänderförmigen Lagen dichten oder spätigen Anhydrits, von eingeschlossenen Kalkgeschieben statt. Sie wurden auch völlig durchstoßen, ohne aus ihrer regelmäßigen Lage verdrängt zu sein. Liegende Stylolithen besitzen sämtlich deutliche Kappen von Ton und Erdpech, scharf und rein horizontal geriefte Seitenflächen. Nur wo Kalkspatpartien diesseits und jenseits der Spalte aneinander stoßen, fehlen die Pechkappen. Bei Durchkreuzungen wurden die liegenden Stylolithenbänder durch die stehenden auseinandergerissen und durch Spaltenauslaugung seitlich verschoben. Die Durchkreuzung geschieht mit einer solchen Schärfe, daß nur an eine Durchschneidung im harten Gestein gedacht werden kann. Es zeigten sich bei horizontalen und vertikalen Stylolithen „gewisse Uebergangsbildungen zwischen Drucksuturen und Stylolithenbändern in drucksuturartiger Spaltenverzahnung mit steileren Wänden und Pechkappen, desgleichen von Stylolithenbändern mit drucksuturartigen Ausläufern und zackiger Begrenzung der Tonbänder und Pechkappen." Die Bildung von bis ins 3. Glied eingeschlossenen Tochtergenerationen von stehenden und hängenden kleineren Stylolithen

kann die Drucktheorie nicht erklären. Die Entstehung der Stylolithen denkt er sich so: Wo Spalten im Gestein klaffen, sammelt sich Feuchtigkeit, verdunstet und schließt die Spalten durch Kristalle. Wo aber die gespalteten Massen fest aufeinander liegen und die schwächsten Erschütterungen starke Reibungen erzeugen, werden die Flüssigkeiten und festen Teile erwärmt, Verdunstung ist nicht so leicht möglich, die Kohlensäure kann zurückgehalten und unter Druck konzentriert werden. Kurz, alle Bedingungen sind gegeben, um Karbonatgesteine an solchen Spalten auszunagen. Diese Spalten sind der Entstehungsort von Drucksuturen und Stylolithen und folgen gern feinen und feinsten Schichtenbändern, wobei sie bald an deren oberer, bald an deren unterer Grenze verlaufen, sie also oft überschneiden. Diese Bänder sind also chemisch widerstandsfähiger (Ton, Bitumen) als das umgebende Gestein. Die chemische Auflösung greift daher an den Spalten relativ einseitig ein. Es werden dabei infolge der Ausgleichsbewegungen die unlöslichen Teile auf die weniger angegriffene Seite geschafft, wo sie sehr bald eine dicke Haut, die Tonkappe, bilden. Ueber dieser Tonkappe entstehen durch Auslaugung kleinere Hohlräume, die der Schichtendruck zu schließen bestrebt ist. Dies geschieht, sobald die Auflösung zu beiden Seiten des Sprunges an der Ueberschneidungsstelle angelangt ist. Je länger die Auflösung dauert, desto mehr schützt die Tonkappe den darunter liegenden Kopf des Stylolithen, aber immer nur relativ. Geringe Auflösung findet auch dort statt. Ist der Auslaugungshohlraum geschlossen, so beginnt der Prozeß von neuem. Die Dicke des Stylolithen hängt ab von der Breite und Länge der ursprünglichen Ueberschneidungs- oder Querzersprengungen, die sich bei senkrecht dazu verlaufenden kristallin ausgefüllten Spalten besonders an deren Breitenausdehnung halten. So entstehen jene eigenartigen „verästelten Stylolithen“. Die Petrefakten, welche Stylolithen krönen, widerstehen der chemischen Auflösung ganz oder bedeutend länger als andere Partien; dazu schützt sie bald die Tonkappe wenigstens relativ. Bei einer Terebratel oder einem *Aptychus* begannen die vertikalen Riefen schon in voller Stärke auf dem Deckel, was eine Entstehung im weichen Gestein ausschließt. Oolithkörner wurden durch den Stylolithen deutlich entzweigeschnitten, der Rest fehlte. Durchbohrungen von Muschelschalen kommen vor. Die parallelen Riefen entstehen dadurch, daß die Auflösung nur an den Endflächen der Stylolithen erfolgt. „Sie bedeuten nichts anderes als die Konstanz der auf den Flächen und zwar nur bis zu den seitlichen Grenzen der horizontalen Kappe der Stylolithen wirkenden Auflösungserscheinung, welche z. B. bei den mit Petrefakten besetzten Stylolithen von den Eigenheiten des von der Auflösung nicht oder weniger angegriffenen Petrefaktenrandes abhängig ist. Man muß also nur annehmen, daß die seitliche Begrenzung des Stylolithenscheitels auch stets die Grenze der Ausnagung des Gegengesteins bleibt. Die Riefen der Vertikalflächen der Stylolithen sind wohl Geleise der Bewegung und hierdurch geglättet, aber nicht durch diese verursacht“. Auch fand Reis, daß die Tonlagen mit der Höhe der Stylolithenbänder an Dicke abnehmen und mit ihnen auskeilen, nie selbständig über sie hinausragen, daß also Tonkappen und Stylolithen genetisch zusammengehören. „Ich habe so die feste Ueberzeugung, daß die Stylolithenspalten nach diesen Seitenenden sich fortwährend wieder erzeugen, hier wieder Gesteinsverminderungen auftreten, so daß an den Hauptwachstumsstellen die Stylolithen endlich eine bedeutende Höhe erreichen ohne starke Vertikalzersprengungen.“ Gekrümmte Stylolithen erklärt er „als durch Absprengungen und Verwachsungen von Stylolithen verschiedener Züge entstandene, scheinbar einheitliche Gebilde, deren Bildungsgeschichte durchaus nicht einfach ist“. Reis kommt so zu dem Schluß, daß von allen Unterschieden, die Rothpletz zwischen Drucksuturen und Stylolithen angibt, nur die Theorie der verschiedenen Entstehung übrigbleibt.

Zu demselben Schluß kommt auch Bittner, der jedoch nicht die Konsequenzen daraus zieht,

sondern noch an der alten Theorie festhält. „Man kann die verschiedenartigsten, ohne jeden Zweifel genetisch durchaus zusammengehörenden, nur graduell weit verschiedenen derartigen Bildungen beobachten. Die feinsten Rauhigkeiten und dichtgedrängt stehenden spitzen Unebenheiten der Schichtflächen, die ein sehr kompliziertes, wechselseitiges Ineinandergreifen je zweier Bänke bewirken, das sich im Durchschnitte als eine schädelnahtartige Verzahnung, auf der angewitterten oder künstlich verebneten Fläche als ein Netz mäandrisch verschlungener Figuren darstellt, diese feinste Ausbildung geht einerseits über in allmählich größer werdende, aber immer noch sehr kurz bleibende Höcker und Zapfen und aus diesen in ganz unregelmäßig verteilte und umgrenzte Ausstülpungen der Schichtflächen, die wechselseitig ineinander greifen, wobei nebeneinander auf derselben Schichtfläche sowohl größere und kleinere Auftreibungen und Einstülpungen als auch stylolithenartige Zapfen und mauerförmige Vorsprünge aufzutreten pflegen. Andererseits verlängern und vergröbern sich die feineren Spitzen und Zacken allmählich zu immer größeren stylolithenartigen Gestalten, deren einzelne Zapfen eine Länge von über 10 cm erreichen, mit glänzend schwarzen, regelmäßig harnischartig gerieften Seitenflächen." Auch fand er, „daß ein Unterschied in der Gestalt, Größe und Häufigkeit der stylolithenartigen Vorsprünge in bezug auf deren Lage gegen oben oder unten in gar keiner Weise zu konstatieren war". „Die vollständige gegenseitige Verzahnung beider Schichten ist das wesentlichste Merkmal, das vor allem auffällt." Nur Rothpletz allein unterscheidet scharf zwischen Stylolithen und Drucksuturen.

Trotzdem schon so viel über Stylolithen gearbeitet und geschrieben wurde, gilt heute noch ihre Entstehung durchaus nicht für geklärt. Entweder spricht man nur von der „experimentell bestätigten Erklärung" von Gümbel, oder im besten Falle wird die Theorie von Fuchs und Reis als umstritten erwähnt. Nach Weinschenk (1905) „scheint die Frage von einer allseits befriedigenden Lösung noch ziemlich weit entfernt zu sein", und in der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift", 1910. No. 8, finden wir: „Man hat zwar vielfach versucht, ihren Ursprung zu ergründen; doch widersprechen sich die Resultate derart, daß man sich im allgemeinen noch keine rechte Vorstellung machen kann." Dies kommt zum Teil daher, daß eine eingehende Kritik der vielen Behauptungen und Theorien (vielleicht abgesehen von Rothpletz, 1900) fehlte. Dazu stehen auf Seite der Drucktheorie eine ganze Reihe von Autoritäten: Quenstedt, Gümbel, Rothpletz u. a. Der alten Drucktheorie stellte Fuchs seine Auflösungstheorie klar gegenüber, brachte aber gegen Rothpletz nicht genügend positive Beweise bei. Reis verdanken wir zwar viele Beweise, deren Richtigkeit meine Beobachtungen durchweg bestätigen; aber bis jetzt steht er allein, und sein Untersuchungsmaterial stammte nur von wenigen Punkten. Auch ist seine sehr umfangreiche Arbeit leider schwer verständlich.

II. Teil.

Eigene Untersuchungen.

1. Vorkommen.

Auf weit ausgedehnten Streifzügen im oberen Hauptmuschelkalk hatte ich reichlich Gelegenheit, eigene Beobachtungen über die Stylolithen anzustellen und ein großes Untersuchungsmaterial zu sammeln. Auch die Trochitenkalke und die hohen Felswände des weißen Juras ergaben eine wertvolle Ausbeute. Dazu stellte mir Herr Professor von Koken freundlichst die Stylolithen der Tübinger Universitätssammlung zur Verfügung, die, zum größten Teil von Alberti und Quenstedt gesammelt,

für mich von um so größerem Wert waren, als sie es mir erlaubten, auch entferntere Gebiete zu berücksichtigen. Dieses reiche, vielgestaltige Material machte es mir möglich, mich bei meinen Untersuchungen nur auf eigene Beobachtungen zu stützen und unter den vielen Theorien die herauszufinden, die mit der Natur am besten in Einklang steht und so die natürlichste Erklärung bietet.

Stylolithen und Drucksuturen sind für Karbonatgesteine charakteristisch. Angaben über Stylolithen in Keupersandsteinen beruhen auf Irrtum. Beschrieben sind sie vom Silur bis zur Kreide. Doch auch noch in der tertiären Nagelfluh kommen echte Stylolithen vor. In Süddeutschland sind sie am häufigsten im Hauptmuschelkalk und im Weißjura und zwar besonders dort, wo massig-kalkige oder dolomitische Ausbildung vorherrscht, so in den Weiß β-Kalken, im „*Trigonodus*"-Kalk Frankens und im *Trigonodus*-Dolomit Schwabens. Etwas seltener sind sie dort, wo die Kalkbänke dünner werden oder dicke Tonlagen sich einschieben (Lettenkohle, Wellenkalk, Tonfacies des Hauptmuschelkalkes). Nach Rothpletz sind sie „verhältnismäßig sehr selten"; bei uns findet man sie im oberen Muschelkalk fast in jedem Aufschluß, und Angaben über vollständiges Fehlen in einem Gebiet desselben beruhen auf ungenügender Beobachtung. Zelger beschreibt sie aus Schaumkalk, Anhydritgruppe, „*Semipartitus*-Kalk" und „Bairdienkalk".

Nie treten Stylolithen vereinzelt auf. Stets sieht man sie in Bändern oder Zügen vereinigt, die sich auf weite Strecken verfolgen lassen, bis sie an Höhe abnehmen, in Drucksuturen übergehen und als feine Sprünge endigen. Einheitliche Stylolithenzüge habe ich über 1000 qm verfolgt, ohne ihr Ende zu finden; denn sie dehnen sich stets flächenhaft aus. (Auch Zelger fand sie „nie isoliert, sondern meist auf größere oder auf kleinere Flächen ausgedehnt bis zu mehreren 1000 Quadratschuh".) Sehr große Ausdehnung haben die Stylolithenzüge im Terebratelkalk zwischen Hall und Gaildorf. In den dort auftretenden feinporösen Quaderkalken kommen sie manchmal so häufig vor, daß man fast von Stylolithenkalken sprechen kann, die sich bis ins Jagsttal verfolgen lassen. Ein Horizont mit besonders schönen hohen Stylolithen tritt südlich von Hall fast immer im gleichen Niveau auf, so daß es möglich wäre, daß wir eine einheitlich viele Quadratkilometer große Stylolithenfläche vor uns hätten. Weithin lassen sich auch die Stylolithenzüge in den gelben Dolomiten des untersten Trochitenkalkes an der Straße Imnau-Haigerloch verfolgen. Als Petrefaktendeckel fand ich hier *Neritaria* mit eingeritzten Riefen. Durchlaufende ungestörte Schichtung in allen Stylolithen derselben Richtung läßt sich hier sehr leicht beobachten. Stellenweise geben die sehr zahlreichen Züge von Stylolithen und Drucksuturen dem Gestein eine ganz dunkle Färbung (Ellenweiler, Taf. I [X], Fig. 5, Ilsfeld, Taf. I [X], Fig. 6).

Meist verlaufen diese Züge der Schichtung parallel. Rothpletz gibt dies als charakteristisch für die Stylolithen an, während die Drucksuturen, „wenn sie gleichwohl die Schichtflächen eine Strecke weit begleiten, dadurch ihre Unabhängigkeit beweisen, daß sie plötzlich aus dieser Fläche herausspringen und in eine andere Schichtfläche übergehen". Dies gilt jedoch ebenso für die Stylolithen; fast in jedem Kornsteinbruch findet man den Beweis dafür. Man sieht dort auch, daß Stylolithenzüge sich gabeln. Auch liegende Stylolithen sind stets in ganzen Zügen vereint, die sich vertikal einige Meter ausdehnen können. Bei Ellenweiler im Murrtal (7 km NO Backnang) sind innerhalb $2^1/_2$ m etwa 25 solcher Züge hintereinander (parallel der Verwerfung) angeordnet. Gewöhnlich durchkreuzen sie die Züge mit stehenden Stylolithen (so bei Ottendorf), was nach Rothpletz nur bei Drucksuturen, nicht aber bei Stylolithen vorkommen soll. Auch in den Septarien des Maingebietes konnte ich Stylolithen nachweisen.

2. Morphologisches.

Die Stylolithen sind am einen Ende durch eine Tonkappe scharf abgegrenzt, am anderen dagegen fest mit dem Gestein verbunden. Die Seiten der Pfeiler sind immer gerieft, gefurcht und haben meist einen schwachen, manchmal fast verschwindenden Tonüberzug, der sich von der oberen Tonkappe bis zum Fuß des Stylolithen herunterzieht und dort in die Tonkappe des „Gegenstylolithen" fortsetzt. Da wir es mit einer völligen Verzahnung zweier Schichten zu tun haben, ist der Unterschied zwischen Stylolith und Gegenstylolith nur ein relativer. Nennen wir die von unten nach oben gerichtete Form Stylolith, so sind die direkt anstoßenden von oben nach unten gerichteten die Gegenstylolithen. Ein wirklicher Unterschied ist nicht vorhanden. Denn oben und unten zu unterscheiden ist meist zwecklos. Nach Gümbel und Rothpletz sollen zwar die Zapfen von oben nach unten viel seltener sein als umgekehrt. Ich fand dies nie bestätigt; ob oben oder unten ist für die Form der Stylolithen vollständig gleichgültig. Zwar orientiert man unwillkürlich jeden Stylolithen so, daß das mit dem Gestein verbundene Ende nach unten gerichtet ist. In der Natur aber gehen ebensoviele Zapfen von oben nach unten wie umgekehrt, denn typisch ist die gegenseitige Verzahnung der Schichten. Daß manchmal bei petrographisch stark verschiedenen Schichten nur aus der einen kleine, schmale Stylolithen in die andere eindringen, welche größere Widerstandsflächen bietet, sei unbestritten, obwohl dies die Ausnahme ist. Doch ist dabei die erstere Schicht ebenso oft oben wie unten.

Die Höhe der Stylolithen ist starken Schwankungen unterworfen. Innerhalb eines Zuges wechseln mikroskopische Suturen mit bis über 10 cm hohen Stylolithen. Ausnahmsweise sind die Endflächen der Stylolithen oben und unten ja in gleicher Höhe, wie mit dem Lineal abgeschnitten. Die Auflösung war dann fast nur einseitig (so in den Weiß β-Kalken von Talheim an der Salmendinger Steige) (Taf. III [XII], Fig. 7).

Von Stylolithen zu Drucksuturen gibt es alle möglichen Uebergänge. Dafür sprechen auch die Angaben von Freiesleben, Klöden, Quenstedt, Hall, Suess, Reis und Bittner. Rothpletz beschreibt nur die beiden Extreme, die allerdings völlig verschieden sind, aber durch eine ganz kontinuierliche Reihe von Uebergangsformen verbunden werden. Zwischen Stylolithen und Drucksuturen eine scharfe Grenze zu ziehen, ist ausgeschlossen. Denn aus typischen zackigen Suturflächen ergeben sich typische hohe, feingestreifte Stylolithen, und typische Stylolithenzüge enden als Drucksuturen. Häufig findet man im selben Handstück Drucksuturen und Stylolithen mit allen möglichen Uebergängen. Ob die Endfläche der Stylolithen horizontal oder gezackt oder konisch ist, hängt wesentlich ab vom Gestein. Typische hohe, schön gestreifte Stylolithen haben gelegentlich zackige Kappen (Haigerloch). Darauf eine Unterscheidung von Stylolithen und Drucksuturen zu gründen, ist schon aus diesem Grunde nicht angängig.

Der Querschnitt der Stylolithen ist absolut unregelmäßig. „Völlig runde Zylinder gehören zu den Seltenheiten" (Klöden 1834). Da aber gerade diese bei Sammlern beliebt sind, zählen sie dennoch zu den bekanntesten. Typisch ist die Pfeiler- und Zinnenstruktur. Alle möglichen Umrißlinien kommen vor, bald mauerartig, bald an Fucoiden oder Trockenrisse erinnernd. Richter gibt von ihnen 1869 folgendes Bild: „Die Basalflächen greifen, mannigfach ausgebuchtet und ausgeschnitten, wie die Epidermiszellen der Blattunterseite ineinander ein." Bei Stylolithen mit Petrefaktendeckeln ist der Querschnitt häufig durch diese gegeben. Der Stylolith kann jedoch auch größer sein als das ihn krönende Petrefakt; aber von diesem können auch Teile fehlen, aufgelöst sein.

Die Riefen der Seitenflächen hängen völlig ab vom Gestein; je homogener das Gestein, je

feiner die Streifung. Dies erkannten schon Klöden und Zelger. „Die Reinheit der Form ist bei den petrefaktenfreien Tonmergeln der Anhydritgruppe am vorzüglichsten, so scharf und rein, als wäre diese das Produkt einer durch eine plastische zähe Lehm- oder Tonmasse gezogenen Eisenschablone oder nach Alberti, „wie wenn sie durch ein Drahteisen gezogen wären"; unrein ist ihre Form jedoch im Schaumkalk und *Trigonodus*-Kalk". Sie graben sich auch auf dem Petrefaktendeckel ein (nur bei ganz flachen Muscheln ist dieser Nachweis sehr schwierig). Auch Kalkspat, Gips und Pyrit erscheinen gerieft und geglättet. Zum Teil erfolgte diese Streifung und Glättung wohl während der Bildung der Stylolithen, besonders bei Knickungen, wobei sich in den entstandenen Lücken Kalkspat (oder Gips) absetzte, der dann durch die weitere Bewegung gerieft und geglättet wurde. Da auch sekundäre Anlagerung und Abformung der Riefen durch Kalkspat und Gips möglich ist, läßt sich darüber streiten. Die starke Glättung bis Polierung läßt sich jedoch leichter durch die Bewegung erklären. Bei der Bewegung kommt auch Ton von der Kappe herab zu den Seitenriefen. Gümbel gibt zu, daß der schwarze Ton der Seitenfläche oft wie auf einer Rutschfläche glatt und wie poliert ist. Daß Riefen und Streifen auch im weichen Gestein, im Lehm entstehen können, wie dies Rothpletz angibt, sei unbestritten; daß aber diese glänzenden, glatten, polierten Flächen in einer teigartigen Masse entstehen und sich erhalten können, ist wohl ausgeschlossen. Thurmann nimmt dies allerdings an und zieht die letzten Konsequenzen aus der Theorie der pelomorphen Entstehung dieser glatten, polierten Flächen: die Gerölle der tertiären Nagelfluh seien, weil selbst noch pelomorph, aus der Zerstörung pelomorpher Jurageseine entstanden; die Jurafelsen seien noch pelomorph gewesen, als schon die heutigen Täler eingeschnitten waren. Denn die Glättung und Riefung der Stylolithen ist meist von derjenigen der Rutschflächen und von den Harnischen und Riefen der Gerölle nicht zu unterscheiden. Glättung und Harnischbildung kommt bei Stylolithen besonders dann vor, wenn sie, wenn auch nur ganz oben, schwach konisch sind.

Zur genaueren Untersuchung der Gestalt der Stylolithen und der Struktur ihres und des sie umgebenden Gesteins ist es nötig, Schnitte und Anschliffe herzustellen. In der Regel sind alle Stylolithen eines Zuges parallel gerichtet, was besonders die senkrechten Riefen zeigen. Ein klares Bild erhält man daher nur bei Schnitten parallel oder senkrecht zur Richtung der Riefen. Im letzteren Falle ergeben sich die vielgestaltigen Querschnitte, im ersteren sehen wir die Seiten der Stylolithen als ziemlich parallele Linien in einem auf- und absteigenden Linienzug. Weicht nun ein Schnitt nur um wenige Grad von einer dieser Richtungen ab, so entstehen durch Kombination von Längs- und Querschnitt schwer verständliche Bilder mit mäandrischen Lobenlinien, mit typischen Schädelsuturen. In diesem Falle sieht man auch Stylolithen mitten im Gestein, von der dunklen tonigen Linie ganz umgrenzt, oder solche, die scheinbar keulenförmig anschwellen. Diese Eigentümlichkeiten der Projektion sind bei allen derartigen Schnitten zu berücksichtigen und zum Verständnis unbedingt notwendig.

Das Gestein der Stylolithen stimmt am meisten mit dem überein, mit dem sie verwachsen sind, ist also bei allen gleich gerichteten Stylolithen völlig ident und verschieden von dem der Gegenstylolithen (Taf. I [X], Fig. 9; Taf. II [XI], Fig. 1 u. 2). Besonders deutlich tritt dies dort hervor, wo sie zwei petrographisch verschiedene Bänke trennen, so z. B. im Wutachtal und bei Haigerloch zwischen Blaukalken und gelben dolomitischen Kalken. Auch Verzahnungen von homogenen Blaukalken mit halbkristallinen Muschelbänken kommen häufig vor. Ob dabei die rascher erhärtende Muschelbank oben oder unten liegt, ist für die Entstehungstheorie wichtig, morphologisch jedoch ohne Bedeutung; beides kommt vor. Zwei benachbarte gleich gerichtete Stylolithen, die also unten zusammenhängen, zeigen in ihrem Gestein dieselbe Struktur, aber nicht etwa wie bei Ruinenmarmor, wo die

Struktureigentümlichkeiten der einzelnen Keile in der Höhenlage zueinander beliebig wechseln, sondern sie verlaufen hier ungestört in derselben Höhe, wie wenn die Gegenstylolithen gar nicht vorhanden wären (Taf. III [XII], Fig. 6). Dasselbe gilt natürlich auch für diese. Die Stylolithen derselben Richtung müssen also ursprünglich eine einheitliche Gesteinsmasse gebildet haben, von der jetzt die Teile, an deren Stelle jetzt die Gegenstylolithen sind, weggenommen sind. Nach der Drucktheorie wären diese Teile nicht verschwunden, sondern bloß zusammengepreßt oder in die Höhe geschoben, müßten also über der Endfläche des Stylolithen zu suchen. Davon ist aber keine Spur zu sehen. Das Gestein über der Tonkappe eines Stylolithen stimmt nicht überein mit dem links und rechts seines Fußes, also mit dem unter der Kappe der Gegenstylolithen. (Dagegen zeigt das Gestein unter der Kappe von Stylolith und Gegenstylolith manchmal einige Aehnlichkeit.) Ebensowenig finden wir im Gestein über der Kappe die geringste Spur von Störung, welche die Bewegung plastischer Massen hätte erzeugen müssen. Strukturlinien, die sicher primär sind, zeigen über dem Stylolithen keine Spur von Ausbiegung oder Störung; sie ziehen vielmehr gerade weiter, einerlei, ob sich der Stylolith ihnen bloß nähert oder sie anbohrt oder durchbricht. Durch Kalkspat ausgeheilte Spalten durchziehen ungestört eine Reihe von Stylolithen derselben Bank. Schneidet jedoch eine solche primäre Spalte den Stylolithenzug schief, so erscheint ihre Fortsetzung im Gegenstylolithen (durch den Ausfall der aufgelösten Zwischenschicht) parallel verschoben. (Aus dem Maß der Verschiebung läßt sich die Größe der erfolgten Auflösung bestimmen.) Werden zwei dünne Bänke durch Stylolithen verzahnt, so können sie dort, wo die Gegenstylolithen (der anderen Bank) eindringen, nur wenige Millimeter dick sein, während daneben ihre eigenen hohen Stylolithen aufsteigen (beobachtet bei Gailenkirchen, Textfig. 2). Nach der Drucktheorie müßten wir in diesem Falle innerhalb weniger Zentimeter Dichtigkeitsschwankungen der Sedimente annehmen, die ganz unwahrscheinlich sind. Auch ergibt die Struktur des Gesteins nicht den geringsten Anhaltspunkt dafür. Schreitet in diesem Falle die Stylolithenbildung noch weiter fort, so erreichen die Stylolithenkappen einer Bank die Schichtfuge der anderen. Ihre Gegenstylolithen hängen dann nicht mehr mit dem umgebenden Gestein zusammen, an Stelle davon tritt die Schichtfuge, meist eine dünne Lettenschicht. Die Stylolithen sitzen dann ausnahmsweise völlig zusammenhangslos im Gestein, nur seitlich läßt sich vielleicht noch obiges Bild erkennen. (Vgl. Quenstedt. 1837. pag. 21: „Bald hängt der Stylolith am unteren Ende mit der homogenen Gebirgsmasse zusammen, bald setzt er auf der Lettenschicht ab.“) Solche Stylolithen fand ich bei Zell (etwa 3—4 km NO Backnang) im *Trigonodus*-Dolomit. Sie zu erklären, ist nach allen anderen Theorien ausgeschlossen, die Drucktheorie versagt völlig. Denn es müßte eine Zusammenpressung einer sonst etwa 5—10 cm dicken Gesteinsmasse auf 0 cm stattgefunden haben und dazu noch innerhalb weniger Zentimeter wechselnd! Dasselbe gilt für folgenden Fall: Kommt ein dünneres Kalkbänkchen zwischen zwei Stylolithenzüge, so können Stylolithen verschiedener Züge sich begegnen, aufeinander stoßen, ja ineinander eindringen (Ottendorf, s. Taf. I [X], Fig. 8; Rüdersdorf, s. Taf. II [XI], Fig. 1). Diese Beweisstücke schließen schon die Drucktheorie aus. Hier ist eine Gesteinsmasse sicher verschwunden. Sind Muschelschalen, Trochiten, Oolithkörner etc. von Stylolithen durchschnitten, so sucht man den fehlenden Rest vergebens, er ist verschwunden. Entweder ist diese Gesteinsmasse zur Zeit des Absatzes der Schichten weggeführt worden oder chemisch und sekundär. Die erste Annahme führt zur Regentheorie, zu einer ähnlichen Entstehung wie bei den Erdpyramiden. Diese ist aber ausgeschlossen, sie stößt auf unüberwindliche Schwierigkeiten (s. S. 7 [107]). So bleibt nur noch die Möglichkeit chemischer

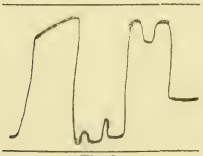
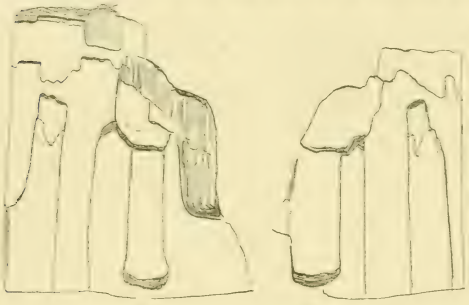


Fig. 2.

Wegführung nach der Bildung der Schichten übrig, wir kommen also zur selben Erklärung, wie sie Rothpletz für die Drucksuturen und die Gerölleindrücke gibt, zur Auflösungstheorie. In diesem Falle müssen wir noch die Auflösungsrückstände der verschwundenen Gesteinsmasse nachweisen können. Wir haben sie in der nie fehlenden „Tonkappe". Sie führt alle unlöslichen Bestandteile des Gesteins in sich: fast immer Ton und Bitumen (bei Friedrichshall nach Alberti bis über 80 Proz. Kohlenstoff), Eisenoxydhydrat, Pyrit (Rothenburg, Wimpfen, Salmendinger Steige), Glaukonit (Wimpfen, Kochendorf, Ottendorf, Tiefenbach bei Crailshaim, Blaufelden), Bonebedreste (Wimpfen, Frauental OA. Mergentheim, Ottendorf, Crailsheim), Sand (Frauental), Zinkblende (Adelsbach bei Ottendorf). Die Anhäufung dieser Stoffe (z. B. von Glaukonit) in der Tonkappe ist bei liegenden und senkrechten Stylolithen dieselbe und schon mit bloßem Auge erkennbar (Wimpfen, Tiefenbach). Im Dünnschliff sind die Tonkappen dann stellenweise ganz grün von Glaukonit (Ottendorf). Da die Auflösung selten nur eine einseitige ist, sind die Unterschiede der Tonkappen von Stylolith und Gegenstylolith nicht auffallend. Die Farbe der Tonkappe stimmt mit der des Auflösungsrückstandes des Kalkes überein, nur ist sie manchmal, weil gepreßt und oft geglättet, dunkler. (Die gegenteilige Angabe von Rothpletz fand ich nie bestätigt.) Die Tonkappe ist mindestens gleich dem Auflösungsrückstand einer Gesteinsmasse gleich der des Stylolithen, der sie trägt. (Auf den analytischen Nachweis habe ich bis jetzt verzichtet.) Sie ist daher um so dicker, je höher der Stylolith, je größer der Gehalt des Gesteins an Unlöslichem ist. Bituminöse, tonreiche Kalke haben sehr dicke Tonkappen (Muschelkalk, besonders von Friedrichshall); die sehr reinen Kalke des Weißjura jedoch dünne, so daß ihre Grenzen im Anschliff manchmal nur mit größter Mühe festzustellen sind. Wo dicke primäre Kalkspatadern die Stylolithenkappe durchsetzen, ist von ihr fast nichts zu finden (Ellenweiler). Wo ein Stylolithenzug an Höhe abnimmt und in Drucksuturen übergeht, wird auch die Tonkappe immer schwächer und verschwindet mit den Ausläufern des Zuges in einem feinen Spalt.

Liegende Stylolithen (oder senkrechte Stylolithenzüge) sind etwas seltener als aufrechte Stylolithen; denn der vertikale Druck, der diese erzeugt, ist meist stärker als der horizontale. Meist durchkreuzen sie die Züge mit aufrechten Stylolithen unter 90° und zeigen oft deutliche Altersunterschiede (häufig jünger) (Taf. II [XI], Fig. 10; Taf. III [XII], Fig. 8 u. 9). Auch sie beginnen als Suturen und werden zu Stylolithen mit typischer Streifung und nie fehlender Tonkappe, die sich von derjenigen der senkrechten Formen nicht unterscheiden läßt. Wie die Drucktheorie diese Tonkappen und die Durchkreuzungen befriedigend erklären könnte, ist mir undenkbar. Ebenso große Schwierigkeiten bereitet ihr die vertikale Ausdehnung dieser Züge, sie werden einige Meter lang und setzen sich durch mehrere Bänke fort (Ellenweiler, Ottendorf). Petrefakten werden von den liegenden Stylolithen ebenso aufgelöst wie von stehenden (besonders deutlich im Sphärocodienkalk von Ottendorf). Der Seitendruck ist selten so konstant und so stark wie der vertikale Schichtendruck. Daher sind die liegenden Stylolithen meist etwas kürzer, nicht ganz so regelmäßig wie vertikale und zeigen leicht Knickungen, Absprengungen, besonders in der Nähe der Kreuzungslinien (Taf. II [XI], Fig. 10). Die chemische Widerstandsfähigkeit wechselt vertikal viel rascher als horizontal; daher sind hier schmale, oft zackige und zerschlitzte Formen zu erwarten, die ihre Längsausdehnung in der Horizontalen haben, obwohl normale reine Stylolithenformen nicht fehlen. Wo starker Seitendruck wirkte, findet man sie in vielen Zügen hintereinander (Ellenweiler). In Kalkbänken, die zwischen Tonlagen eingebettet sind, kommen sie vielleicht häufiger vor als vertikale Stylolithen.

Absolut beweisend für die Auflösungstheorie ist das Aufeinanderstoßen zweier Stylolithenzüge. Beim Eindringen zweier Stylolithenzüge in eine dünnere Bank können die Stylolithen von oben und unten mit ihren Kappen aufeinander treffen und sich ineinander einbohren (s. S. 18 [116]). Ein Stylolith der einen Seite kann aber auch in die Lücke zwischen zwei entgegengesetzt gerichteten Stylolithen der anderen Seite stoßen, also in deren Gegenstylolithen von dessen Basis an eindringen und ihn ganz oder teilweise entwurzeln (Ottendorfer Stylolithen, Textfig. 3). So „entwurzelte" Stylolithen, die also ringsum von Ton umgeben sind, finden sich in stylolithenreichen Kalken nicht selten (Rüdersdorf, Ottendorf, Friedrichshall). So können auch leicht Durchbohrungen von Stylolithen durch Stylolithen vorkommen (Friedrichshall, Taf. II [XI], Fig. 3, Taf. III [XII], Fig. 5; Rüdersdorf, Taf. III [XII], Fig. 6). Auch durch Absprengung von Stylolithen (bei irgendeiner stärkeren Bewegung) können entwurzelte Formen entstehen, indem an der so erzeugten Spalte von neuem Stylolithenbildung einsetzt. Auf diese Weise dringen häufig mehrere kleine Stylolithen von unten in einen größeren ein. Erfolgt die Absprengung oder Entwurzelung nicht an der Basis, sondern höher, so tritt dort auch Stylolithenbildung ein, es entstehen die eingeschachtelten „Tochterstylolithen" (Reis). Häufig sieht man sie als Drucksuturen beginnen (Taf. I [X], Fig. 1; Taf. II [XI], Fig. 2; Taf. III [XII], Fig. 7). Daß durch ihre Bildung der alte Stylolith erniedrigt wurde, läßt sich manchmal direkt nachweisen (Taf. III [XII], Fig. 7).



a b

Fig. 3. Terebratelkalk von Ottendorf (Taf. I [X], Fig. 8). Entwurzelung von Stylolithen. Tochterstylolithen.

Am meisten Schwierigkeiten bereitet die Erklärung der geknickten und krummen Stylolithen, die ziemlich selten sind. Sie sind als Ausnahmen zu betrachten. Meist findet man sie da, wo zwei Stylolithenzüge aufeinander stoßen oder sich kreuzen (Taf. II [XI], Fig. 10). Hier herrschen komplizierte Druck- und Auflösungsvorgänge, welche diese unregelmäßigen Formen erzeugen. An der konkaven Seite der geknickten Stylolithen findet man dann Hohlräume, die durch Kalkspat, Ton oder Gips ausgefüllt werden können. Jedenfalls lassen sie den Weg des abgesprengten Stylolithen erkennen (Taf. II [XI], Fig. 10; Taf. III [XII], Fig. 7). Bei Durchkreuzungen von Stylolithenzügen haben wir zwei zueinander senkrechte Bewegungen, es kommt daher leicht zu Absprengungen von Stylolithen. Bei den Entwurzelungen gibt der von unten nachdrückende Stylolith dem älteren leicht eine seitliche Komponente; dadurch wird eine Bewegung desselben eingeleitet, die zuerst kaum von der Senkrechten abweicht, aber rasch sich verstärkt und zu einer schiefen, ja sogar wagrechten Stellung des abgesprengten Teiles führen kann. Derselbe Vorgang kann sich mehrmals wiederholen, und so entsteht eine Art Schraubelstellung (s. Textfig. 4 u. Taf. II [XI], Fig. 4). Bei krummen Stylolithen läßt sich meist nachweisen, daß zusammengesetzte Formen und Absprengungen vorliegen. Einheitliche krumme Stylolithen

sind sehr selten, ihre Erklärung ist daher auch erschwert. Sind es dicke, kräftige Formen, so ist wohl eine Aenderung der Druckrichtung während der Stylolithenbildung die Ursache; bei dünnen Stengeln scheint die konische Endfläche und die sehr dicke Tonkappe eine wichtige Rolle zu spielen. Vielleicht kommt bei diesen nur 1 bis wenige mm dicken, langen Stylolithen, die ja allseitig von Kalk umgeben sind, eine bruchlose Biegung vor, ähnlich wie bei den von Blei umschlossenen Belemniten Daubrées. Die spitze Endfläche würde wohl die Ablenkung bewirken. Eine vollständige Erklärung der Entstehung dieser einheitlichen gekrümmten Formen war noch nicht möglich, da sie sehr selten sind, das Material also zu einer Untersuchung durch Anschliffe etc. nicht reichte. Es ist dies der einzige Fall, wo die Erklärung der Auflösungstheorie nicht so einleuchtend ist, wie die nach der Drucktheorie. Es ist jedoch leicht möglich, daß sich jene dünnen gebogenen Stengel im Schliff als zusammengesetzt erweisen, und so würden sie dann der Erklärung keine Schwierigkeit mehr bieten.

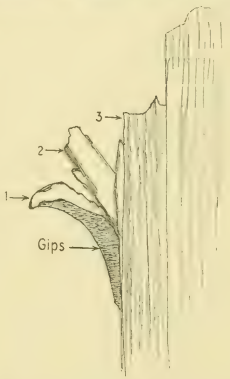


Fig. 4. Stylolith von Friedrichshall. Drei aufeinander folgende Generationen. Stylolith *1* durch *2* und beide durch *3* entwurzelt. Der entstandene Hohlraum wird durch Gips ausgefüllt. Den Anschliff davon zeigt Taf. II [XI], Fig. 4.

Stylolithen und Petrefakten.

Als Ausnahmen findet man bei uns Stylolithen mit Petrefaktendeckeln. Sie waren natürlich begehrtes Sammelobjekt, reicherten sich daher in den Sammlungen an und galten vielen als typische Vertreter. Lange Zeit wurden fast bloß diese Stylolithen zu Erklärungsversuchen herangezogen, obwohl sie schon Alberti als „in Schwaben sehr selten, bei der Bildung der Stylolithen daher zufällig" bezeichnete. Mit besonderer Vorliebe stellte man fest, daß die gewölbte Schalenseite nach außen gerichtet sei, und stützte Theorien darauf. Doch war schon Quenstedt 1837 der umgekehrte Fall bekannt. Auch können zwei Muschelschalen auf einem Stylolithen sitzen. Stets fiel auf, daß der Querschnitt des Stylolithen sich oft genau nach der Form des Petrefakts richtet, das ihn bedeckt. Es kommen besonders in Betracht: Terebrateln, *Pecten*, *Lima*, *Mytilus*, *Myophoria*, *Neritaria*, Trochiten, *Trichasteropsis*, *Cidaris*, *Nothosaurus*-Knochen. Nach Rothpletz sind „die Versteinerungen, welche die Zapfen verhältnismäßig nicht selten krönen, stets ebenso vollkommen erhalten, wie andere im normalen Kalksteinein geschlossene". Quenstedt jedoch stellte schon 1837 fest: „Exemplare mit gut erhaltenen Schalen sind nicht ganz häufig, gewöhnlich ist die Schalensubstanz weggeführt und an ihre Stelle eine schmutzig-gelbe Kalkmasse getreten." Bei allen mir vorliegenden Petrefaktendeckeln trifft die Angabe von Rothpletz keineswegs zu; alle zeigen Spuren der Korrosion; zum mindesten sehen sie aus, als wären sie lange Zeit der Wirkung der Atmosphärilien ausgesetzt gewesen. An Terebrateln läßt sich in der Regel zeigen, daß die Riefen schon auf der Schale beginnen, und man sieht deutlich, daß sie in die Schale eingeritzt sind. Kleinere Stylolithen mit deutlicher Streifung dringen sogar in solche Terebrateln ein; an den Seiten erscheinen sie als in die Schale eingehauene Nischen (Taf. III [XII], Fig. 1). Der Petrefaktenrand ist noch am wenigsten intakt. So fehlt bei einem sonst vorzüglich erhaltenen Seeigel ein Teil des Randes, während der übrige Teil des Fossils keine Spur von Deformation zeigt. Sogar im eingebrochenen Mund sieht man die Stylolithenstreifen, und unter dem Seeigel setzt

ein zweites Riefensystem (etwas schief zum ersten) ein (Taf. II [XI], Fig. 9). Auch bei *Trichasteropsis* setzt sich die Riefung noch auf dem Fossil fort. Das Fossil kann also nicht die Streifung erzeugen, wenn es selbst gerieft ist. Eine Entstehung im plastischen Zustand ist hier ausgeschlossen. Manchmal ist der Stylolith auch größer als die Schale, oder er richtet sich nach dem teilweise erhaltenen Petrefakt, von dem wohl ein Teil bei seiner Bildung vernichtet wurde. Die gedeckelten Stylolithen sind durchaus nicht immer fein gestreift, vielmehr oft sehr grob und rauh. Sehr leicht läßt sich die Anätzung der Trochiten feststellen, wenn sie als Deckel dienen. Im Trochitenkalk von Crailsheim (oberhalb der Gronachmündung) findet man reichlich Stylolithenzüge und daher auch Trochiten in allen Auflösungsstadien. Oft schneiden sie haarscharf am Stylolithenzug ab, der fehlende Rest ist nirgends zu finden. Stoßen zwei Trochiten am Stylolithenzug aneinander, so zeigen beide Auflösungserscheinungen; sie durchdringen und verzahnen sich viel stärker als die Nagelfluhgerölle. Auch bohren sich kleine Stylolithen mitten in Trochiten ein, auch große Muschelschalen werden durchbohrt (Textfig. 5; Taf. I [X], Fig. 2, 3, 4; Taf. II [XI], Fig. 6). Kurz, alle Auflösungserscheinungen, die Rothpletz von Drucksuturen beschreibt, finden wir auch hier, und vielleicht ist hier in diesen sehr fossilreichen Kalken der Nachweis noch schlagender. Nur werden die Stylolithen hier meist nicht so hoch, weil in diesem sehr harten Gestein die chemische Widerstandsfähigkeit rasch wechselt. Aber aus den niederen Zügen, die an Drucksuturen erinnern, erheben sich auch höhere typische Stylolithen mit allen Merkmalen, die Rothpletz angibt: feine Riefung, parallele Seitenflächen, einem Holzpflock ähnlich, oben von einem Trochiten gekrönt, der aber in der Regel Spuren der Auflösung zeigt. — Aehnliches läßt sich auch bei Rottenburg a. N. zeigen; nur sind dort die Kalke ärmer an Trochiten, die Stylolithen daher in diesem etwas homogeneren Gestein höher; auch hier Auflösung und Anätzung von Trochiten, Durchschneidung von Muschelresten; Terebratelschalen, die parallel zur

Fig. 5. Trochiten an Stylolithenzügen; Auflösung, gegenseitige Verzahnung, Eindringen von kleinen Stylolithen mitten in Trochiten, Durchbrechung von Schalen. Aus dem Trochitenkalk von Crailsheim.

Fig. 6.

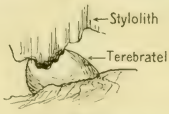


Fig. 7.

Fig. 6. Stylolith, eine Terebratelschale durchbrechend (Ansicht von oben). Aus dem Trochitenkalk von Rottenburg a. N.
Fig. 7. Stylolith, in eine Terebratel eindringend (Seitenansicht). Aus dem Trochitenkalk von Rottenburg a. N.

Schichtung im Gestein liegen, werden durch Stylolithen angeschnitten, der Stylolith durchbricht sie teilweise, der übrige Schalenrest ist nicht zertrümmert (Textfig. 5). Noch auffallender ist die Auflösung dort, wo die Terebrateln senkrecht im Gestein sitzen und der Stylolith von oben her einen Ausschnitt auflöst, während der Schalenrest völlig intakt (nicht zerdrückt etc.) ist (Textfig. 7). Alle Muschelreste werden durchschnitten, von Schleppung oder Zersplitterung keine Spur. — Kleine Stylolithen zeigt ein (wohl

demselben Niveau entstammendes) Stück Trochitenkalk, das Herr Dr. Vosseler im Tuff des Jusi fand. In dem an Trochiten etwas reicheren Kalk sieht man, wie Stylolithen in Trochiten eindringen, wie zwei am Stylolithenzug zusammenstoßende Trochiten sich gegenseitig verzahnen.

Auch im oberen Hauptmuschelkalk sind scharf durchschnittene Petrefakten gar nicht selten. Jeder Stylolithenzug, der muschelreiche Bänke durchsetzt, liefert den Beweis. Am schönsten läßt sich der Nachweis an den Stylolithen von Ottendorf führen. In einem gelbgrauen, feinporösen, schwach dolomitischen Kalk kommen ganze Schmitzen, ja Lagen vor, die nur aus Muschelresten bestehen. Steinkerne und Schalen von *Myophoria Goldfussi* setzen zu Tausenden jene Muschellagen zusammen; in diese dringen hohe Stylolithen ein und durchschneiden sie scharf. Von einer Verletzung des noch vorhandenen Muschelrestes oder ihres sehr feinen Abdruckes ist nichts zu sehen, keine Spur von Splitterung, Zerdrückung, Zerreißung, wie dies bei Entstehung im weichen Gestein anzunehmen wäre. Nur im festen, erhärteten Gestein und durch chemische Auflösung kann ein so scharfes Abschneiden erfolgen. Der *Trigonodus*-Kalk Frankens besteht stellenweise fast ganz aus Muscheltrümmern und ist besonders reich an hohen, schönen Stylolithen. Bei Rothenburg o. T. fand ich im Terebratelkalk eine sonst gut erhaltene Terebratel, in die sich von unten (von der kleineren Klappe aus) mehrere Stylolithen einbohrten, ja das Fossil durchbohrten bzw. Teile des Randes ausschnitten. Auch in Juraammoniten dringen Stylolithen ein, und bei Muschelkalkceratiten läßt sich Auflösung und Stylolithenstreifung nachweisen. Bei Sphärocodien kann man zeigen, wie der auf der anderen Seite der Stylolithenlinie (bis Suturlinie) liegende Teil nicht die volle Ergänzung des anderen darstellt, sondern daß ein Streifen des aufgelösten Gesteins fehlt (s. Taf. II [XI], Fig. 7). Ist das Gestein oolithisch, so werden die Oolithe an der Stylolithengrenze scharf durchschnitten, der Rest fehlt. Deutlich ist dies bei Braunjura-Oolithen (aus Mähren) zu sehen; noch schöner läßt sich vielleicht der Nachweis mit Stylolithen aus dem Rogenstein des Harzes führen. All diese Auflösungserscheinungen sind viel häufiger als Petrefakten auf den Stylolithen. Nur wo wenige Fossilien in einem wenig widerstandsfähigeren Gestein eingebettet sind, scheinen mir günstigere Bedingungen für ihre Entstehung gegeben zu sein. Die Regel ist jedoch, daß man ganze Bänke voll von Muscheln und Stylolithen findet, ohne daß auch nur einer derselben einen Petrefaktendeckel zeigt.

Auf das Verhalten von Stylolithen zu Petrefakten, besonders auf die bei uns verhältnismäßig sehr seltenen Fälle der Petrefaktendeckel mußte deshalb näher eingegangen werden, weil gerade sie früher immer zu Erklärungsversuchen herangezogen und besonders als Hauptstütze der Drucktheorie benutzt wurden. Ich glaube aber, oben nun gezeigt zu haben, daß die Voraussetzungen, auf die Rothpletz seine Erklärung gründete, nicht gelten, daß gerade das Verhalten der Stylolithen zu den Petrefakten jede andere Theorie ausschließt, daß nur die chemische Auflösung im harten Gestein allen diesen Tatsachen Rechnung trägt.

3. Entstehung der Stylolithen.

Es wird zunächst nötig sein, die chemisch-physikalischen Grundlagen festzustellen, auf die sich die Erklärung stützt.

Die Löslichkeit von Kalk in reinem Wasser ist, chemisch betrachtet, sehr gering, etwa 13 mg in 1 l. Sie steigt bei Siedehitze um etwa $^1/_6$ (Fresenius). Für den Geologen jedoch, der mit ungeheuren Zeiten und daher auch großen Mengen des Lösungsmittels rechnet, ist sie sehr beträchtlich.

Dazu kommt in der Natur vor allem, daß hier das Wasser mehr oder weniger Kohlensäure enthält. Ist es mit CO_2 gesättigt, so geht aller Kalk als Bikarbonat in Lösung, und zwar etwa 1 g in 1 l. Im Boden steigt nun der CO_2-Gehalt an. Nach dem Gesetz von Henry ist die Löslichkeit eines Gases dem Druck proportional. Je höher der Druck, desto mehr CO_2 nimmt das Wasser auf, desto stärker wird daher seine lösende Kraft. Wo der Druck geringer wird, ist dann das Wasser mit CO_2 übersättigt, dieses entweicht; die Löslichkeit von Calciumkarbonat nimmt ab; es wird als $CaCO_3$ niedergeschlagen. Aus dem Gesetz von Henry folgt also, daß Stellen stärksten Druckes auch Stellen stärkster Auflösung sind, daß aber schon in nächster Nähe, wo der Druck abnimmt, das Gelöste wieder abgesetzt werden kann. Dasselbe folgt aber auch aus dem Prinzip von E. Riecke und zwar für jeden löslichen Stoff. Es besagt: „Durch mechanischen Druck oder Zug wird der Schmelzpunkt eines Körpers herabgesetzt.“ Sofort klar wird es durch das Experiment: „In einer gesättigten Lösung befinden sich zwei Prismen, die aus der gelösten Substanz hergestellt sind. Wird das eine einem longitudinalen Zuge oder Drucke unterworfen, so wird sein Schmelzpunkt erniedrigt. Bei konstanter Temperatur tritt Schmelzung ein, und die Konzentration der Lösung wird vermehrt; das zweite Prisma aber ist mit dieser im Gleichgewicht nur bei der ursprünglichen Konzentration. Die Wiederherstellung des Gleichgewichts kann nur durch Auskristallisieren der gelösten Substanzmenge erfolgen. Wenn diese auf dem zweiten Prisma sich niederschlägt, so wächst seine Masse auf Kosten des deformierten.“ Interessant ist die Anwendung dieses Prinzips durch F. Becke auf die kristallinen Schiefer: „Bei den kristallinen Körnern eines Gesteins, zwischen denen eine gesättigte Lösung der Gesteinsgemengteile auf den kapillaren Klüften zirkuliert, und das einer einseitigen Pressung unterworfen ist, werden die am stärksten gepreßten Stellen der Körner gelöst, während die am schwächsten gepreßten in der zwischen den Körnern zirkulierenden Lösung weiterwachsen. Hierdurch werden die Körner offenbar in der Richtung der stärksten Pressung durch Auflösung verkürzt, in der Richtung des leichtesten Ausweichens durch Wachstum gedehnt.“ Noch viel stärker als bei den schwer löslichen Feldspäten, Glimmern etc. muß diese Wechselwirkung zwischen mechanischer und chemischer Arbeit bei den leicht löslichen Karbonaten, Sulfaten etc. sein: an Stellen starken Druckes intensive Auflösung, an Stellen schwächeren Druckes sehr herabgesetzte Auflösung, ja sogar Absatz des Gelösten. Dieser Umsatz von mechanischer Arbeit in chemische erklärt vieles, was nach den bisherigen Erklärungen dunkel blieb, so besonders die Konstanz der Endfläche der Stylolithen bei der Auflösung und damit die Riefung, ferner daß Auflösung und Absatz von Kalk nebeneinander stattfinden können.

Von wesentlich geringerer Bedeutung ist die Wärme. „Wo die gespalteten Gesteinsmassen fest aufeinander liegen und die schwächsten Erschütterungen starke Reibungen erzeugen, werden die Flüssigkeiten und festen Teile erwärmt“ (Reis). Nun werden durch Wärmezufuhr die chemischen Reaktionen beschleunigt. So könnte auch hier an den Stellen, wo durch Reibung Wärme erzeugt wird, die Auflösung des Kalkes rascher vor sich gehen. Anders aber ist es mit der Wärme, die nach Reis durch die Auflösung von Kalk entstehen soll. Weil bei der Auflösung von Kalk in Salz- und Essigsäure Wärme frei wird, soll dies auch bei der Auflösung in Kohlensäure geschehen. Bewiesen ist dies von ihm nicht, und der bloße Analogieschluß ist keineswegs überzeugend. Als Grund dafür führt er auch an, daß CO_2-haltiges Wasser bei niederer Temperatur mehr Kalk löst als bei höherer. Doch dies beruht wohl in erster Linie auf der Flüchtigkeit der Kohlensäure, beweist also noch nichts für eine exotherme Reaktion. Diese Frage ist für unseren Fall überhaupt von untergeordneter Bedeutung. Denn die Masse des Gelösten ist zur Zeit der Bildung der Stylolithen so verschwindend, daß jede Art von Wärmetönung

ruhig vollständig vernachlässigt werden kann. Uebrigens stehen auch Sorby, Rothpletz u. a. nicht auf demselben Boden wie Reis; sie nehmen an, daß bei der Lösung Wärme verbraucht und durch die Reibung Wärme zugeführt wird.

Aus diesen physikalisch-chemischen Grundlagen ergibt sich zwanglos die Entstehung der Stylolithen. Wie die Drucksuturen (nach Rothpletz), so entstehen auch sie im festen Gestein auf feinen Spalten, die meist parallel der Schichtung verlaufen, aber auch aus dieser Richtung abspringen können. Die lösende Kraft des in diesen zirkulierenden CO_2-haltigen Wassers, der Gesteinsfeuchtigkeit, wird verstärkt durch den Druck der darüber liegenden Sedimente und vielleicht auch durch die bei der Reibung der Schichten entstehende Wärme. Die Auflösung setzt zunächst auf beiden Seiten der Spalte ein. Die chemische Widerstandsfähigkeit ist aber durchaus nicht gleich. Die chemisch widerstandsfähigeren Teile treten, weil weniger angegriffen, bald als Erhöhungen hervor, während an leicht löslichen Stellen Vertiefungen entstehen. Der ganze Schichtendruck wirkt nun auf den Punkten, wo die Schichten sich noch innig berühren, und verstärkt dort die lösende Kraft noch mehr, so daß allseits innige Verzahnung eintritt, wobei auch kleine Horizontalverschiebungen vorkommen können. So entstehen drucksuturartige Gebilde, wie wir sie als Anfangsstadien der Stylolithen am Ende der Züge finden. Je länger die Auflösung dauert, desto mehr verstärken sich die Unterschiede zwischen leicht löslichen und chemisch widerstandsfähigeren Gesteinsteilen. Auf den Flächen senkrecht zur Druckrichtung findet die stärkste Auflösung statt, weil gerade auf ihnen der Druck voll und ganz zur Wirkung kommt. Die Seitenflächen der Stylolithen liegen aber parallel der Druckrichtung, sind also dem Druck nicht ausgesetzt; es findet hier also keine oder nur eine verschwindende Auflösung statt; nach dem Prinzip von Riecke wird hier sogar Gelöstes wieder abgesetzt. Sind die Seitenflächen noch schief, so wirkt eine Komponente des Druckes auf sie und bedingt Auflösung, es entstehen treppenförmige Absätze. Aus dem Prinzip von Riecke folgt also ein Uebergang der schiefen Flächen in senkrechte und wagrechte. Damit ist die Entstehung der senkrechten parallelen Seitenflächen der Stylolithen aus den unregelmäßigen und schiefen Flächen der Drucksuturen erklärt. Die Auflösung erfolgt in der Regel auf beiden Seiten der feinen Spalte. Die Unterschiede in der Löslichkeit lassen jedoch häufig die Auflösung auf der einen Seite gegenüber der auf der leichter löslichen fast verschwinden. Dabei ist noch die Bildung der Tonkappe wesentlich. Denn die chemisch härteren Partien, welche die Stylolithenköpfe bilden, werden durch die Kappe von Auflösungsrückstand, welche sich auf der Seite schwächerer Auflösung absetzt (Reis), noch mehr geschützt; ihr relatives Wachstum wird dadurch noch mehr begünstigt. So sind sie imstande, die ihnen entgegentretenden Hindernisse zu überwinden; sie durchbrechen so Petrefakten, selbst wenn diese chemisch widerstandsfähiger sind, als der Kopf des Stylolithen zuerst war; denn dessen Widerstandsfähigkeit wächst mit der Dicke der Tonkappe, also mit seiner Größe. Am Anfang der Stylolithenbildung sind die Petrefakten meist chemisch widerstandsfähiger als das umgebende Gestein. Man kann sie ja mit CO_2-haltigem Wasser herauspräparieren, und in der Natur besorgen uns dies Regen, Sickerwässer und Bäche. Denn die Versteinerungen haben meist ein größeres Kristallkorn, bestehen zum Teil aus chemisch schwerer löslichen Stoffen, vielleicht schützt sie auch manchmal ein dünnes Häutchen organischen Ursprunges vor rascher Auflösung. Daher können sie zu Petrefaktendeckeln werden. Später schützt sie die Tonkappe, aber nur relativ. Deshalb zeigen auch die meisten Spuren der Korrosion, sogar kleine Stylolithen können eindringen. So erklärt sich der scheinbare Widerspruch, daß Petrefakten die Stylolithen krönen, aber auch von ihnen glatt durchschnitten werden können. Dringt z. B. ein Stylolith von unten in einen solchen mit Petrefaktendeckel ein und durch-

bohrt ihn bis oben, so hält der Deckel kaum stand; denn unten ist er eben nicht durch eine Tonkappe geschützt.

Der Uebergang von der zackigen Sutur zum Stylolithen erfolgt je nach dem Gestein in verschiedener Weise. Am besten läßt er sich entlang eines Stylolithenzuges verfolgen. Je länger die Auflösung andauert, desto mehr verstärken sich die Unterschiede, die durch verschiedene chemische Widerstandsfähigkeit hervorgerufen sind und desto mehr verschwinden die kleineren Unterschiede gegenüber den größeren. Verlief die erzeugende Spalte entlang einer Kalkspatader (oder eines Tonbandes), diese öfter überschneidend, wie dies Fuchs und ihm folgend auch Reis annahm, so ist die Auflösung fast nur einseitig. Die Teile der grobkristallinen Kalkspatader werden zu Deckeln der Stylolithen, die später fast alle in der gleichen Höhe abschneiden, und sowohl Stylolith wie Gegenstylolith tragen als Deckel die einst einheitliche Kalkspatader. Dies ließ sich bei schönen senkrechten Stylolithen aus dem Weißjura β von der Salmendinger Steige zeigen (Taf. III [XII], Fig. 7). In der Regel jedoch ist mindestens anfangs die Auflösung auf beiden Seiten nicht unbeträchtlich. Die aufgelöste Masse ist daher nur selten bloß gleich der des Stylolithen. Ein niederer Stylolith zwischen zwei großen hat daher eine ebenso dicke Tonkappe wie diese; nur war bei ihm die Auflösung eine beiderseitige. Wo der Druck bald senkrecht, bald schief wirkt (tektonischer Gebirgsdruck), sind regelmäßige hohe Formen ausgeschlossen, weil hier eben die Stellen stärksten Druckes am Drucksuturenzug stets wechseln, bald an den Kappen, bald an den Seitenflächen sind; daher in diesem Falle keine typischen Stylolithen. Wo die chemische Widerstandsfähigkeit des Gesteins sehr verschieden ist und sehr rasch wechselt (horizontal und vertikal), können kaum schöne hohe Stylolithen entstehen (Trochitenkalk). Aus drucksuturartigen Stylolithenzügen erheben sich dann nur wenige größere Stylolithen. Aus dem Gesagten ergibt sich auch, daß alle möglichen Arten von Uebergängen entstehen müssen.

Die Stylolithenbildung wirkt wie ein Keil; die Spalte schreitet langsam nach allen Seiten fort, geht meist den Schichtflächen parallel, weil hier der Widerstand gegen Zerspaltung am geringsten ist (infolge der Sedimentation), hält sich aber nicht streng an diese, sondern springt gelegentlich von ihr ab, um in einer anderen Schichtfläche weiterzuziehen. Je länger der Zug, je größer die Fläche desselben, desto höher werden die Stylolithen. Gleichmäßiger Schichtendruck und homogenes Gestein ergaben schöne, regelmäßige, große Stylolithen. Kleine Schwankungen in der Druckrichtung erzeugen leicht Absprengungen und krumme Stylolithen. (Daher diese besonders dort, wo senkrechte und wagrechte Züge sich kreuzen.) Drucksuturen sind entweder Anfangsstadien hoher Stylolithen oder durch tektonischen Gebirgsdruck entstandene Stylolithen, denen infolge des ganz unregelmäßigen Druckes und der damit verbundenen Bewegungen alle Regelmäßigkeit abgeht. Wo wir gequälte Kalke vor uns haben, können wir auf Drucksuturen rechnen. Sie sind nicht nur in den stark gefalteten alpinen Triaskalken häufig; man findet sie auch bei uns, wo der Muschelkalk plötzlich unter steilem Einfallen verschwindet, oder wo er unerwartet auftritt. So besonders schön bei Ellenweiler (7 km NNO Backnang), wo mitten im Schilfsandstein Muschelkalk zutage tritt und in mehreren Brüchen ausgebeutet wird. Quenstedt beschreibt den Aufschluß im Blatt Löwenstein (pag. 9): „Dunkelfarbiger Kalkstein, zwar sehr zerklüftet und zerrissen, aber entschiedener Muschelkalk, tritt hier im beschränkten Raum scheinbar unter der Last des Keupers in Winkeln von 20—30° aus der Tiefe herauf, als wäre er mit Gewalt gehoben und hätte auf diese Weise die Unbill erlitten. Die zerklüfteten Kalkwände sind mit Rutschflächen überdeckt und von weißen Kalkspatadern, die sich gegenseitig verwerfen, durchschwärmt. Dicke dunkle Bänke sind unregelmäßig von schwarzem Ton durchzogen, der spiegelflächig glänzt, wie die Spiegel auf

den Gangklüften." Die Kalke sind hier ganz durchschwärmt von Kalkspatadern, Drucksuturen und Stylolithenzügen. Die beiden letzteren geben die Richtung senkrecht zum Druck, die Kalkspatadern senkrecht zum Zug an (s. Taf. I [X], Fig. 5). Sie stehen fast durchweg ziemlich senkrecht aufeinander. Auflösung und Wiederabsatz sind hier innig verbunden. (Prinzip von Riecke.) Rutschflächen und Harnische zeigen die Richtung der Bewegung. (Große Rutschflächen sind auch sonst häufige Begleiterscheinungen der Stylolithen.) Nahe einer Verwerfung fand ich dort parallel mit der Ueberschiebungsfläche verlaufend auf 2—2½ m Länge etwa 25 Züge liegender Stylolithen hintereinander, die Seitenflächen mit den Riefen gegen die Verwerfung gerichtet, die Stylolithenfläche also dieser parallel. Noch aus etwa 20 m Entfernung kann man die Züge deutlich erkennen, sie sind also auch der Größe nach von Drucksuturen verschieden. Auch sonst ließ sich an Verwerfungen nachweisen, daß die Seitenflächen der Stylolithen in der Druckrichtung liegen. Wir haben hier also den Nachweis, daß Stylolithen auf tektonische Bewegungen zurückzuführen sind und mindestens in einer Zeit entstanden, wo die Plastizität des Sediments ausgeschlossen war. Andererseits beweisen die kleinen Stylolithenzüge aus dem Trochitenkalk des Jusi-Tuffes, daß ihre Bildung schon im Tertiär eingesetzt hatte. Das „Wachstum" der Stylolithen erstreckt sich also über lange Zeiträume und ist auch heute (vielleicht abgesehen von der obersten Lage, der Oxydationszone,) noch nicht abgeschlossen.

4. Bedeutung.

Stylolithen und Drucksuturen wurden bisher vielfach ganz übergangen, und doch sind auch sie von Interesse für den Geologen. Sie zeigen die große Bedeutung der chemischen Auflösung im Schichtengefüge. Aus der Dicke der Tonkappe oder aus der Höhe der Stylolithen läßt sich ein Mindestmaß der verschwundenen Gesteinsmasse feststellen. So bedeutet ein einziger Stylolithenzug von Ottendorf eine Verringerung der Schichtenmächtigkeit um 10—15 cm. Nun sind aber ganze Schichten von Stylolithenzügen durchschwärmt, daß man fast von Stylolithenkalken reden kann, und diese Schichten lassen sich weithin verfolgen, so besonders im Terebratelkalk im mittleren Kocher- und Jagstgebiet. In einem nur ca. 2 m mächtigen Schichtensystem desselben sind dort durch Stylolithenbildung mehrere Kubikkilometer Kalk verloren gegangen. Ganz konstante Bänke nehmen infolge Stylolithenbildung plötzlich an Dicke ab, so daß man sie oft kaum wiedererkennt. Als „Leitfossilien" lassen sie sich allerdings nur lokal verwerten. Interessant ist dabei, daß jede Gesteinsart ihre eigenen Stylolithenformen hat (so besonders der *Trigonodus*-Dolomit). In manchen Fällen sehe ich in Stylolithen-Drucksuturen die langsame Auflösung der durch tektonische Bewegungen erzeugten Spannungen. Viele Problematika, Wülste, Fucoiden, manche „Trockenrisse" und „Regentropfen" lassen sich auf Stylolithen zurückführen. Derartige Bildungen kenne ich von der Münkheimer Steige südlich Hall und von Oberjettingen (bei Nagold) aus dem obersten Muschelkalk.

Auch praktisch sind sie von einigem Interesse. Sie zerspalten die mächtigen Quader des *Trigonodus*-Dolomits Schwabens und des „*Trigonodus*-Kalks" Frankens wie Schichtflächen. Den Steinbrechern sind sie als „Dollen" wohlbekannt. Oft setzt an ihnen die Verwitterung und Wasserführung ein; es sind dann dort „schlechte Steine". Nach Weinschenk sind Kalke und Marmor mit Drucksuturen in unserem Klima als Außendekoration nicht haltbar, weil die Drucksuturen als nicht festgeschlossene Kluft mit ihrem tonigen Belag unter dem Einfluß der Atmosphärilien zur Zerstörung des Marmors führen. Auf dem Ausgehenden der auch in polierten Flächen wenig vollkommen geschlossenen Sutur siedeln sich Flechten an, wodurch das Eindringen von Feuchtigkeit in dem tonigen

Belag erleichtert wird. Den Rest besorgt der Wechsel von Hitze und Kälte, und die Kalke zerbröckeln schalig nach dem Verlauf der Sutur. Von noch viel größerem Einfluß auf die Haltbarkeit des Gesteins sind dann wohl die hohen Stylolithenzüge der schönen Mainbausteine.

Ergebnisse.

1) Die Drucktheorie ist durchaus nicht experimentell bestätigt; denn das Experiment Gümbels wird den Verhältnissen in der Natur keineswegs gerecht.

2) Stylolithen, Drucksuturen und Eindrücke bei Geröllen entstehen durch chemische Auflösung unter Druck im festen Gestein. Die verschiedene chemische Widerstandsfähigkeit des Gesteins bedingt völlige Verzahnung der Schichten.

3) Aus dem Gesetz von Henry und dem Prinzip von Riecke folgt, daß an Stellen stärksten Druckes auch die stärkste Auflösung stattfindet, daß an Stelle verminderten Druckes dagegen sogar Absatz des Gelösten eintreten kann. Die Auflösungszone ist daher stets senkrecht zur Druckrichtung, also über den Endflächen der Stylolithen; die Seitenflächen bleiben, weil parallel der Druckrichtung, ziemlich intakt (es findet hier sogar Absatz von Kalk statt) und werden durch die Bewegung geglättet. Mechanische Arbeit setzt sich in chemische um.

4) Die Tonkappe ist der Auflösungsrückstand einer Gesteinsmasse, mindestens gleich der ihres Stylolithen.

5) Petrefakten können die Stylolithen krönen, zeigen aber stets Spuren der Korrosion, eingeritzte Riefen und sogar eingedrungene kleine Stylolithen. Muschel- und Brachiopodenschalen, Trochiten, Oolithkörner werden glatt durchschnitten. Besonders die Trochiten zeigen alle Stadien der Auflösung.

6) Ueber den Stylolithen und seitlich von ihnen ist das Gestein in völlig ungestörter Lagerung.

7) Jüngere Stylolithen dringen in ältere ein, können sie durchbohren oder entwurzeln, was häufig zur Bildung von geknickten oder gekrümmten Stylolithen führt. Liegende Stylolithen zeigen keinen wesentlichen Unterschied von stehenden.

8) Nie findet man einzelne Stylolithen; sie dehnen sich flächenhaft aus, ohne sich streng an die Schichtgrenzen zu halten.

9) Ihre Form ist durch das Gestein bedingt.

10) Direkter Zusammenhang mit Druck, mit tektonischen Bewegungen war nachweisbar.

11) Drucksuturen sind junge oder durch wechselnden, unregelmäßigen Druck entstandene Stylolithen. Beide entstehen und „wachsen" heute noch im Gestein.

12) Für die Drucktheorie von Quenstedt, Gümbel und Rothpletz ergab sich bei meinem umfangreichen untersuchten Material kaum ein Beweis; in den meisten Fällen war sie direkt ausgeschlossen. Die Auflösungstheorie von Fuchs, die auch Reis vertritt, gab dagegen stets eine befriedigende Erklärung, deren Voraussetzungen auch experimentell bewiesen sind.

Literaturverzeichnis.

1. v. Alberti, F., Ueber die Entstehung der Stylolithen. Jahresh. d. Vereins f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 1858. pag. 292.
2. Becke, F., Ueber Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer Denkschriften d. math.-nat. Kl. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. 1903.

3. Bittner, A., Stylolithen aus unterem Muschelkalk von Weißenbach an der Enns. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1901.
4. Cotta, B., Mitteilung. N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1851. pag. 819.
5. Freiesleben, J. C., Geognostische Arbeiten. Bd. 1. 1807.
6. Fuchs, Th., Ueber die Natur und Entstehung der Stylolithen. Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Kl. Wien 1894.
7. Gümbel, Ueber die Bildung der Stylolithen etc. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 1882. pag. 642. — Ueber die Natur und Entstehungsweise der Stylolithen. Ebenda. 1888. pag. 187.
8. Hall, J., Geology of New York. 1843.
9. Kayser, E., Lehrbuch der Geologie. Bd. 1. 3. Aufl. 1909. pag. 555.
10. Klöden, F., Die Versteinerungen der Mark Brandenburg. (1828.) 1834.
11. Leube, Jahresh. d. Vereins f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 1850. pag. 141.
12. Marsh, O. C., On the origin of the so called Lignilites or Epsomites. Proc. Amer. Assoc. Sc. 1867.
13. Meyer, H. v., Mitteilung. N. Jahrb. f. Mineral. 1862. pag. 590.
14. Plieninger, Ueber Stylolithen. Jahresh. d. Vereins f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 1852. pag. 78.
15. Potonié, Naturwissenschaftl. Wochenschr. 1910. No. 8.
16. Quenstedt, A., Die Stylolithen sind anorganische Absonderungen. Wiegmanns Arch. 1837. pag 137—142. — Die Stylolithen. Jahresh. d. Vereins f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 1853. pag. 71. — Epochen der Natur. 1861. pag. 200 u. 489.
17. Reis, O. M., Der mittlere und untere Muschelkalk im Bereich der Steinsalzbohrungen in Franken. Geognost. Jahresh. d. K. Bayr. Oberbergamtes München. Bd. 14. 1901. — Ueber Stylolithen, Dutenmergel etc. Geogn. Jahresh. Bd. 15. 1902.
18. Richter, R., Das thüringische Schiefergebirge. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1869. pag. 422.
19. Riecke, E., Ueber das Gleichgewicht zwischen einem festen, homogenen deformierten Körper und einer flüssigen Phase . . . Nachr. von d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Math.-phys. Kl. 1894.
20. Rinne, F., Praktische Gesteinskunde. 1905. pag. 186.
21. Rossmässler u. Cotta, Grundriß der Geognosie. 1845/46. pag. 128.
22. Rothpletz, A., Ueber Gerölle mit Eindrücken. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 1880. pag. 189. — Geologisch-paläontologische Monographie der Vilser Alpen. Palaeontographica. Bd. 33. 1886. pag. 68, 69. — Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. 1894. pag. 212—217. — Ueber eigentümliche Deformationen jurassischer Ammoniten durch Drucksuturen und deren Beziehung zu den Stylolithen. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. K. bayr. Akad. d. Wiss. Bd. 30. 1900. Heft 2.
23. Sorby, H. C., Ueber Kalksteingeschiebe mit Eindrücken. N. Jahrb. f. Mineral. 1863. pag. 801.
24. Thoulet, J., Compt. rend. T. 247. 1908. pag. 879—881.
25. Suess, E., Studien über die Gliederung der Trias- und Jurabildungen in den östlichen Alpen. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1868. pag. 171.
26. Weinschenk, Grundzüge der Gesteinskunde. Bd. 2. 1905. pag. 259.
27. E. Weiss, Mitteilung. N. Jahrb. f. Mineral. 1868. pag. 728.
28. Zelger, Ueber Stylolithen. N. Jahrb. f. Mineral. 1870. pag. 833.

Inhalt.

Seite

I. Teil. Geschichtlicher Rückblik und Kritik der einzelnen Theorien . . . 4 [102]
A. Drucksuturen und Gerölleindrücke, Entstehung derselben . . . . . 4 [102]
B. Stylolithen . . . . . 5 [103]
1. Aeltere Beschreibungen und Entstehungstheorie . . . . . 5 [103]
2. Entstehung durch Druck im plastischen Sediment . . . . . 8 [106]
3. Entstehung durch chemische Auflösung im festen Gestein . . . . . 11 [109]
II. Teil. Eigene Untersuchungen . . . . . 14 [112]
1. Vorkommen . . . . . 14 [112]
2. Morphologisches . . . . . 16 [114]
3. Entstehung der Stylolithen . . . . . 23 [121]
4. Bedeutung . . . . . 27 [125]
Ergebnisse . . . . . 28 [126]
Literaturverzeichnis . . . . . 28 [126]
Erklärung der Tafeln I—III [X—XII].

Erklärung der Tafel I [X].

Fig. 1. Stylolithenzüge aus dem Terebratelkalk von Ottendorf. Stylolithen ineinander eindringend. Feine Drucksuturen als Anfang der Stylolithenbildung.

Fig. 2. Trochitenkalk von Crailsheim. Trochit als „Petrefaktendeckel“ mit deutlichen Spuren der Anätzung; links mit 2 Fenstern, weil die Schnittrichtung etwas von der Stylolithenachse abweicht. Durchbrochene Muschelschalen vergleiche Textfig. 5.

Fig. 3 u. 4. Trochitenkalk von Crailsheim. Stylolithenzüge, Trochiten anätzend. Gabelung von Zügen. Fig. 4 stellt zur besseren Uebersicht nur die Stylolithenzüge (und Drucksuturen) und die angeätzten Trochiten von Fig. 3 dar.

Fig. 5. Terebratelkalk von Ellenweiler. Stylolithenzüge und Drucksuturen in der Längsrichtung, weil Druck senkrecht dazu. Von Kalkspalt ausgefüllte Spalten quer, weil Zug in der Längsrichtung.

Fig. 6. Aus dem oberen Hauptmuschelkalk von Ilsfeld. Von Stylolithenzügen und Drucksuturen durchschwärmt. Auf der Bruchfläche kommt der Stylolithencharakter noch besser zum Ausdruck als im Anschliff, der dafür das Ineinanderdringen der Züge schöner zeigt.

Fig. 7. Terebratelkalk von Ottendorf. Stylolithen dringen in eine Muschelschmitze ein, die fast nur aus *Myophoria Goldfussi* besteht. Die Schalen und Steinkerne werden glatt durchschnitten.

Fig. 8. Terebratelkalk von Ottendorf. Zwei Stylolithenzüge treffen aufeinander. Entwurzelte Stylolithen. „Tochterstylolithen“. Vgl. Textfig. 3.

Fig. 9. Terebratelkalk von Tullau. Die Stylolithen der einen Richtung bestehen aus muschelreichem Kalk, ihren Gegenstylolithen fehlt jede Spur von Petrefakten.

Fig. 10. Stylolithen von Friedrichshall. Eine dunkle bitumenreiche Lage wird ohne jede Spur von Ausbiegung durchbrochen. Der Schnitt weicht etwas von der Stylolithenrichtung ab.

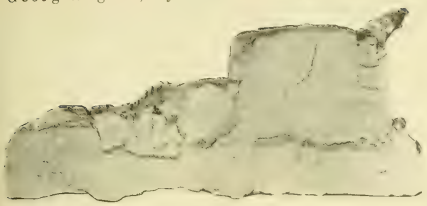


Fig. 1.

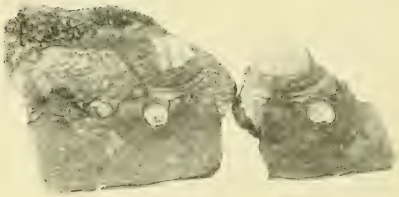


Fig. 2.

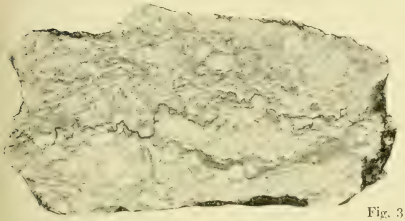


Fig. 3.

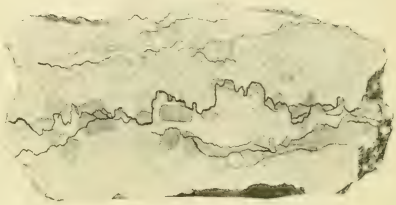


Fig. 4.

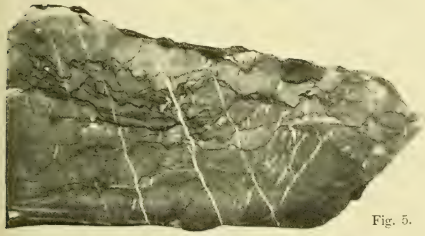


Fig. 5.

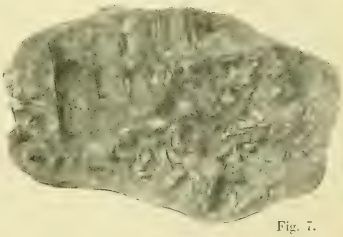


Fig. 7.

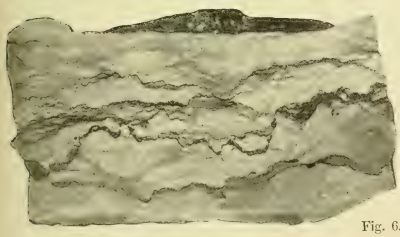


Fig. 6.

Fig. 8.

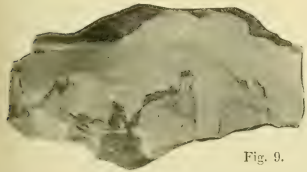


Fig. 9.

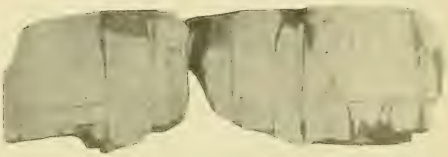


Fig. 10.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. X.
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Erklärung der Tafel II [XI].

Fig. 1. Rüdersdorfer Stylolithen. Die Stylolithen von oben und unten treffen aufeinander. Das Gestein zeigt in seinen Schichten keine Spur von Ausbiegung an den Stylolithen.

Fig. 2. Friedrichshaller Stylolithen. Alle Struktureigentümlichkeiten des Gesteins werden glatt durchschnitten, von Schleppung keine Spur. Eingeschachtelte Stylolithen.

Fig. 3. Desgleichen. Ein Stylolith durchbohrt einen anderen. (Vgl. Taf. III [XII], Fig. 5.)

Fig. 4. Desgleichen. Abgesprengte Stylolithen. Das in Textfig. 4 dargestellte Stück im Anschliff.

Fig. 5. Terebratelkalk von Ottendorf. Kleine Stylolithen von unten in einen größeren eindringend.

Fig. 6. Trochitenkalk von Crailsheim. Anätzung von Trochiten und Verzahnung von zwei Trochiten durch Stylolithen.

Fig. 7. Sphärocodienkalk von Vellberg. Ein sich bildender Stylolithenzug (Drucksuturen) geht durch eine Sphärocodienkugel und hat eine Kugelzone aufgelöst. Die beiden Teile zu beiden Seiten der Auflösungslinie passen daher nicht mehr ganz zusammen.

Fig. 8. *Trigonodus*-Kalk von Frauental. Stylolith und Gegenstylolith sind modellartig gegeneinander verschiebbar. (In der Zeichnung ist der eine Stylolith etwas gehoben.) Die Verzahnung ist derart, daß sie nur durch senkrechte, nicht durch wagrechte Bewegung auseinandergenommen werden können, wie der stark verkleinerte Querschnitt (Fig. 8a) zeigt.

Fig. 9. *Cidaris coronatus*, Weißjura ε. (Quenstedtsche Sammlung.) Deutliche Spuren der Auflösung. Erklärung siehe S. 22 [120].

Fig. 10. Terebratelkalk von Ottendorf. Liegende Stylolithen (Bruchfläche, horizontal, Fortsetzung von Taf. III [XII], Fig. 9 nach oben). Junge Stylolithenzüge als Drucksuturen beginnend. Absprengungen. Die schönste derselben + ist in Fig. 10a vergrößert gezeichnet. An der konkaven Seite befindet sich ein Hohlraum.

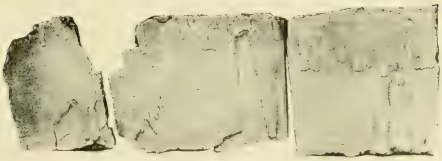


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 7.

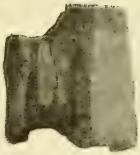


Fig. 3.

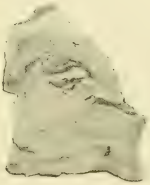


Fig. 5.

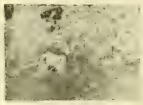


Fig. 6.

Fig. 4.

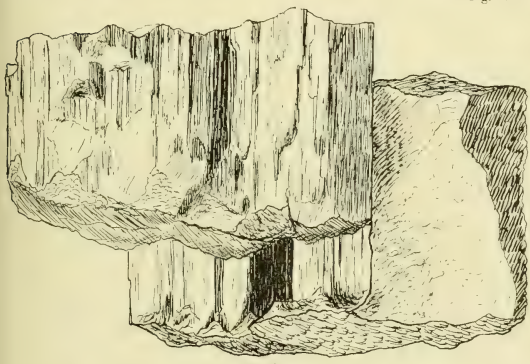


Fig. 8.

Fig. 9.

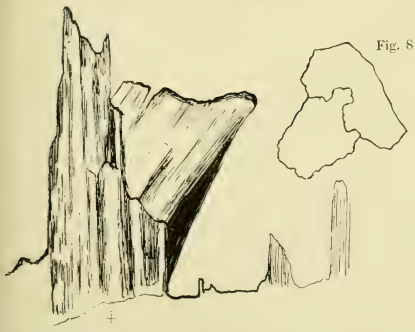


Fig. 8a.

Fig. 10a.

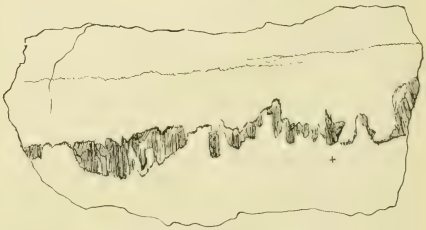


Fig. 10.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XI.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel III [XII].

Fig. 1. Hauptmuschelkalk von Rexingen (QUENSTEDTsche Sammlung). Terebratel als Petrefaktendeckel. Die Riefen beginnen auf der Schale. Kleine Stylolithen dringen in sie ein, was besonders die vergrößerte Darstellung (Fig. 1a) deutlich zeigt.

Fig. 2. Hauptmuschelkalk von Schwanebeck. Die Riefen graben sich wie Nischen in die Schale der Terebratel ein.

Fig. 3. Terebratelkalk von Ottendorf. Steinkern von *Myophoria Goldfussi* glatt durchschnitten (stark vergrößert).

Fig. 4. Hauptmuschelkalk von Ehningen. Die Tonkappe der senkrechten niederen Stylolithen ist sehr dick; die horizontale Oberfläche ist parallel zur Schlifffläche gestreift und geglättet, was auf eine Bewegung des Gesteins in dieser Richtung hinweist. Der dabei entstandene horizontale Druck fand seine Auslösung in der vertikal verlaufenden Sutur(-Stylolithen)-Linie.

Fig. 5. Muschelkalk von Friedrichshall. Durchbohrung von Stylolithen durch Stylolithen. Eine über den Tonkappen verlaufende Schicht mit viel Bitumen verläuft ohne jede Spur von Störung.

Fig. 6. Muschelkalk von Rüdersdorf. Zwei ineinander eindringende Stylolithenzüge. Strukturlinien verlaufen durch alle Stylolithen desselben Zuges gerade so, als ob die Gegenstylolithen nicht vorhanden wären. (Die beiden Teile der Zeichnung bilden an der senkrechten Linie einen Winkel von 90°.)

Fig. 7. Weißjura β von Talheim an der Salmendinger Steige. Die Stylolithen schneiden fast alle (außer den zwei durch Tochterstylolithenbildung erniedrigten) in gleicher Höhe ab. Kalkspat ist durch Punktierung eingezeichnet. Ein Stylolithenzug läuft in eine Spalte aus. Ein schiefer Stylolith ist durch Absprengung entstanden. Der entstandene Hohlraum ist mit Kalkspat ausgefüllt.

Fig. 8. Terebratelkalk von Ottendorf. Liegende Stylolithen, zackig, mit dünnerer Tonkappe als die aufrechten, auf die sie stoßen.

Fig. 9. Terebratelkalk von Ottendorf. Senkrechte und wagrechte Stylolithenzüge sich durchkreuzend. Junge, drucksuturartige, senkrechte Züge. Die liegenden Stylolithen von Taf. II [XI], Fig. 10 entstammen demselben Zug wie die liegenden hier.

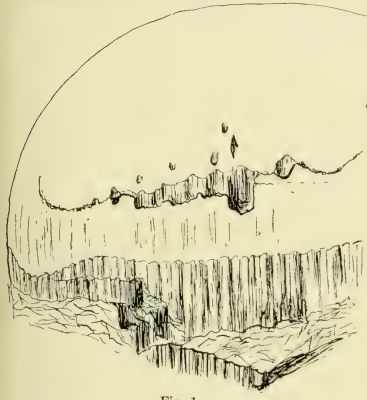


Fig. 1a.

Fig. 1.

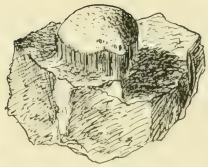


Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 4.

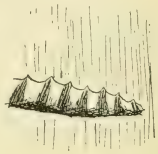


Fig. 3.

Fig. 6.

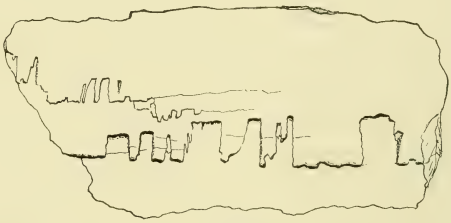


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XII.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 2, II

ÜBER GLAZIALSCHICHTEN ANGEBLICH CAMBRISCHEN ALTERS IN SÜD-AUSTRALIEN

VON

FRITZ NOETLING

MIT 4 TAFELN UND 6 TEXTFIGUREN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Alle Rechte vorbehalten.

Ueber Glazialschichten angeblich cambrischen Alters in Süd-Australien.

Von

Fritz Noetling.

1. Einleitung und kurzer geographischer Ueberblick.

Im Jahre 1859 unternahm der Regierungsgeologe A. R. C. Selwyn[1]) eine Expedition in die Gegend von Adelaide. In Anbetracht der großen Schwierigkeiten, die bei einer derartigen Reise vor mehr als 50 Jahren in jenen Gegenden zu überwinden waren, können wir diesem mutigen Manne unsere Bewunderung nicht versagen. Wenn wir heute viele seiner Beobachtungen mit anderen Augen ansehen, so schließt diese neuere Auffassung keinen Vorwurf in sich ein, sondern sie repräsentiert nichts anderes als den Gesamtfortschritt, den die Geologie im letzten halben Jahrhundert gemacht hat. Dieser ist enorm, das wird wohl kaum jemand bestreiten; wer hätte im Jahre 1859 daran gedacht, daß die Glazialgeologie oder das paläoklimatische Problem, von welchem die Glazialgeologie doch nur ein Zweig ist, eine derartige Bedeutung, wie sie heute besitzt, erlangen könnte. Wenn man in Europa um diese Zeit kaum die ersten Anfänge in der Glazialgeologie gemacht hatte, durfte man dann erwarten, daß irgendein Geologe in Süd-Australien Schichten eines gewissen Charakters mit Eiswirkung in Verbindung bringen würde? Das wäre doch wohl zu viel verlangt, und wenn Selwyn bei Mount Bryan[2]), nördlich von Burra ($101^1/_4$ englische Meilen von Adelaide) eine „Breccie" oder „Konglomerat", das er mit dem Schalstein verglich, fand, so gebührt ihm damit nicht der Ruhm, der erste Entdecker von Schichten glazialen Ursprunges in Süd-Australien zu sein. Für Selwyn waren diese eben einfach „Breccien" oder Konglomerate, wie so manche andere auch, aber damit verband er keineswegs eine Ansicht betreffs ihres Ursprunges[3]).

1) G. R. C. Selwyn war kein Amerikaner, wie Basedow annimmt, sondern ein geborener Engländer, der in Oxford seine Erziehung erhalten hatte.

2) Report on a Journey from Cape Jervis to Mount Serle. Parl. Pap. No. 20. Adelaide 1859. pag. 8.

3) Damit auch diejenigen, denen das Parl. Paper. No. 20. vom Jahre 1859 nicht zugänglich ist, sich selbst ein Urteil darüber bilden können, was Selwyn gesagt hat, so zitiere ich die betreffende Stelle verbatim, dieselbe lautet: June 1. Ascende Mount Bryan and found it composed almost entirely of an olive-green and brown schist, or „schaal"-stein breccia or conglomerate; associated with the above, on the east flank of the hill, are bands of hard quartzose rock, occasionally with a laminated or gneissose structure; and near the base of the hill on the same side there appears to be a thin band or dyke of hornblendic granite, numerous fragments of which are scattered about on the surface, though I could not find any in situ. (Diese Fragmente haben sich seither als Geschiebe erwiesen.)

Als der erste Entdecker von Schichten glazialen Ursprunges in Süd-Australien kann der verstorbene Professor R. Tate angesehen werden, der im Jahre 1879 die Ablagerungen von Haletts Cove als glazial erklärte[1]). Alle Beobachter sind jedoch darüber einig, daß die Hallets Cove-Schichten mit den von Selwyn entdeckten (die sich späterhin als identisch mit den „cambrischen" Glazialschichten erwiesen) nichts zu tun hatten. Welches Alter man auch immer den Hallets Cove-Schichten zuerkennen will, der Nachweis, daß dieselben jünger oder gleichaltrig mit den von Selwyn aufgefundenen „Breccien und Konglomeraten" seien, steht vorläufig noch aus. Basedow hat nicht mit Unrecht hervorgehoben, daß das Alter dieser Schichten recht unbestimmt ist. Dieselben liegen auf geschrammtem Präcambrium und werden von marinen Schichten, die für Miocän gehalten werden, meiner Ansicht nach jedoch jünger sind, überlagert[2]). Das ist auch alles, was man über ihr Alter sagen kann. Tate kann also ebenfalls nicht als der Entdecker der Glazialschichten gelten, die seither als cambrisch aufgefaßt wurden. Das schmälert seine Verdienste keineswegs, aber es wäre genau der gleiche Fall, wenn man irgend einem der vielen Reisenden, ich greife nur Schlagintweit aufs Geratewohl heraus, die im Himalaya Glazialschichten auffanden, den Ruhm zusprechen wollte, die permischen Glazialablagerungen in der Saltrange entdeckt zu haben. Vielmehr steht fest, daß Tate sich der Hypothese des glazialen Ursprunges der Schichten im Sturt-Tale gegenüber stets ablehnend verhalten hat, wie wir sofort sehen werden.

Ebensowenig kann der Versuch, H. Y. L. Brown als Entdecker der „cambrischen" Glazialschichten hinzustellen, als geglückt angesehen werden. Kein Zweifel, Brown[3]) entdeckte im Jahre 1884 im Tale des Sturt-Baches Schichten, welche Granit- und Quarzitblöcke führten, und Schichten ähnlicher Beschaffenheit in der Mount Noi West-Kette, allein er deutet auch nicht mit einem einzigen Worte an, daß er der Ansicht sei, daß die betreffenden Schichten als glazial anzusehen seien[4]).

Im Hinblick darauf, daß zu Anfang der 80er Jahre die Glazialfrage die Gemüter mächtig erregte, und da doch wohl anzunehmen ist, daß der offizielle Vertreter der Geologie in Süd-Australien Fühlung mit den Fragen hat, welche die geologische Welt bewegen, so hätte man doch annehmen können, daß Brown zum mindesten Andeutungen gemacht hätte, falls er die gewaltige Bedeutung einer solchen Theorie gewürdigt hätte. Brown verhält sich aber jetzt und in all den folgenden Jahren, wenn nicht direkt ablehnend, so doch durchaus neutral; dies ist um so bemerkenswerter, als ihm die Ansicht Woodwards, auf die ich sofort zu sprechen komme, jedenfalls bekannt sein mußte. Uebrigens hat meines Wissens Brown niemals die Priorität der Entdeckung für sich in Anspruch genommen.

---

1) Presidential Address Adelaide Philosophical Society. Vol. 2. 1879. pag. XCVI.

2) Ich habe große Zweifel, ob die im Juman-Tale vorkommenden Glazialschichten wirklich permischen Alters sind. Ein definitiver Beweis für diese Ansicht kann nicht beigebracht werden. Man kann nur sagen, daß Glazialschichten auf prachtvoll geschrammten Quarziten wahrscheinlich cambrischen Alters lagern. Daß diese Schichten permischen Alters sein sollen und sich seit dem Perm unverändert an der Oberfläche erhalten haben sollen, scheint mir sehr unwahrscheinlich.

3) Report on the Geology of Country East and West Farina. Parl. Paper. No. 102. Adelaide 1884. pag. 1. Siehe auch Annual Report of the Government Geological Parl. Paper. No. 35. Adelaide 1884. pag. 9 und 10.

4) Wiederum zitiere ich die das Sturt-Tal betreffende Stelle verbatim. Es heißt: The clayslates on the Sturt Creek contain boulders and pebbles of granitic rocks, quartzite etc. imbedded and occasional bands of grit, conglomerate and limestone. The thickness of the quartzose bands is very irregular, and they thin out considerably in short distances. The vary from a hard quartz rock to a loose grit, and generally contain a considerable amounts of felspar, and bear a strong resemblance to a decomposed granulite; in many cases it may be that the siliceous water, which, in the case of the clay and micaceous slates deposited quartz in cracks and fissures in that of the sandstone, chiefly penetrated through the porous material and silicified it through the entire mass.

Noch viel weniger kann TEPPER[1]), der die Glazialablagerungen auf Kangaroo-Island, die mit denen des Juman-Tales und von Hallets Cove gleichaltrig sind, gar als Küstenablagerungen erklärte, irgendwie Anspruch darauf erheben, in dieser Frage berücksichtigt zu werden.

Wenn überhaupt irgend jemand Anspruch darauf erheben würde, als der erste Entdecker einer Eiszeit von angeblich frühpaläozoischem Alter zu gelten, so ist dies H. P. WOODWARD, der im Jahre 1884 in den Bergen östlich von Farina (408¼ englische Meilen nördlich von Adelaide, etwa 30° südl. Breite und 138°30' östl. Länge) einen echten Geschiebelehm entdeckte, dessen Entstehung er schwimmenden Eisbergen zuschrieb und dessen Alter er als primär (silurisch) auffaßte[2]). WOODWARDS Beschreibung der Schichten, seine Aufzählung der Geschiebe, Granit, Quarzit, Sandstein, Kalkstein, Marmor und Schiefer, welche wirr in einer schiefrigen Matrix lagern, ist höchst charakteristisch.

Herrn WOODWARDS Prioritätsrechte sind allseitig anerkannt, und niemand hat dieselben zu bestreiten versucht. So ungefähr stand die Angelegenheit, bis Herr HOWCHIN vor einigen Jahren die Untersuchung dieser Schichten namentlich mit Rücksicht auf deren Alter erneut in Angriff nahm. Er tat, was WOODWARD unterlassen hat, er verfolgte dieselben eingehend und unternahm zu dem Zweck längere Reisen und machte sorgfältige Beobachtungen. All das hat Herr HOWCHIN in mehreren Arbeiten niedergelegt und er hat als erster die Bedeutung der Auffassung, daß die betreffenden Schichten allem Anschein nach untercambrischen Alters sind, voll gewürdigt und direkt ausgesprochen, daß die Zeit des Untercambriums im heutigen Süd-Australien eine Kälteperiode repräsentierte.

Herr HOWCHIN publizierte[3]) im Jahre 1901, also 17 Jahre nach WOODWARDS erster Notiz, eine vorläufige Mitteilung. Wenn man nun die in der Zwischenzeit erschienene geologische Literatur Süd-Australiens durchsieht, so wird man finden, daß H. Y. L. BROWN häufig genug „slate conglomerates", die „pebbles and boulders of granite, quartzite" etc. führen, aus verschiedenen Teilen des Landes erwähnt[4]). Nirgendwo macht er aber auch die leiseste Andeutung, daß er sich zur Ansicht des glazialen Ursprunges dieser Schichten bekennt.

Kurz nach HOWCHIN, und ganz entschieden unter dem Einfluß von HOWCHINS Auffassung, macht C. CHEWINGS[5]) auf ähnliche Schichten in den nördlichen Teilen Süd-Australiens aufmerksam. Diese Schichten in der Gegend von Leighs Creek waren bereits im Jahre 1891 von BROWN beschrieben worden, aber, wie gesagt, BROWN vermeidet jedes Eingehen auf eine Diskussion des Ursprunges.

In den Jahren 1901—1905 besuchten zwei hervorragende Geologen Australiens, T. W. EDGEWORTH

1) Physiography of Kangaroo-Island. Part. II. Gazom and Field. 1884. (Mir nicht zugänglich; ich zitiere nach BASEDOW). Was TEPPER überhaupt mit der ganzen Frage zu tun hatte, ist mir unerfindlich, denn die betreffenden Schichten auf Kangaroo-Island, welche gleichaltrig mit den im Juman-Tale und bei Hallets Cove vorkommenden Moränen sind, haben anscheinend mit den „cambrischen" Schichten nichts zu tun.

2) Report on the Range East of Farina. Parl. Paper. No. 40. Adelaide 1884. pag. 3.

3) W. HOWCHIN, Preliminary Note on Glacial Beds of Cambrian Age in South Australia. Trans. Roy. Soc. South Aust. 1901. pag. 10.

4) Journey to Silverton. Parl. Paper. No. 143. Adelaide 1885. — Further geological Examination of Leigh's Creek and Hergott Districts. Parl. Paper. Adelaide 1892. — Report on the Peake and Dennison Ranges. Ann. Rep. ot the Government Geologist. Parl. Paper. No. 25. Adelaide 1894. — The Wadnaminga Goldfield. Records of Mines. 1898. — Oladdic Station. Parl. Paper. Adelaide 1899.

5) Glacial Beds of cambrian Age in the far North of South Australia. Trans. Royal Soc. South Aust. 1901. pag. 45.

David[1]) und E. F. Palmer[2]), beide aus Sydney, die betreffenden Fundorte, und beide schlossen sich rückhaltlos der Howchinschen Ansicht an.

Sonderbar ist, daß R. Tate, der den Lehrstuhl für Geologie an der Universität Adelaide innehatte, nicht in die Diskussion dieser Frage, welche die australischen Geologen in den Jahren 1901 und 1902 so sehr beschäftigte, eingegriffen hat. Vor kurzem erschien nun ein Zeitungsartikel von seinem Schüler Basedow (The Register. Adelaide. Sept. 23. 1911) der etwas Licht auf die immerhin auffällige Haltung Tates verbreitet; und so sehr es mir widerstrebt, einen Toten, der seine unleugbar großen Verdienste hatte, in den Bereich einer Diskussion zu ziehen, so muß im Interesse historischer Wahrheit unbedingt das gesagt werden, was richtig ist. Tate verhielt sich durchaus ablehnend, das steht unbedingt fest, aber es verhält sich nicht so, wie Herr Basedow neuerlich darzustellen versucht hat. Woodward publizierte seine Entdeckung im Jahre 1884, allein dieselbe wurde vollständig totgeschwiegen, von Tate sowohl als von Brown, trotzdem der letztere wiederholt Gelegenheit hatte, genau die gleichen Schichten wie Woodward zu untersuchen. Im Dezember 1900 trug Howchin die Ansicht vor, daß diese Schichten glazialen Ursprunges und cambrischen Alters seien, aber trotzdem dieser Tate aufforderte, mit ihm die Profile im Sturt-Tale zu besuchen und im Felde alle die Beweise, die Herrn Howchin zu seiner Ansicht führten, nachzuprüfen, hat Tate niemals dieses Anerbieten angenommen[3]). Es entspricht darum nicht ganz den Tatsachen, wenn Herr Basedow neuerdings behauptet, Tate habe die Profile im Sturt-Tale gekannt, er sei aber zu krank gewesen, dieselben zu untersuchen. Es ist vielmehr festgestellt, daß die Auffassung, diese Schichten seien glazialen Ursprunges, eine Lieblingsidee des Herrn Tate über die Tektonik der Mount Lofty-Kette, die er sein Leben lang gehegt hatte, völlig über den Haufen warf[4]). Statt selbst zu prüfen, oder doch zum mindesten seine ablehnende Haltung zu begründen, hat Tate sich schweigend verhalten.

Leider aber hat er damit eine Saat gesät, die nunmehr ihre üblen Früchte zeitigt. Es kann Tate nicht der Vorwurf erspart bleiben, daß, hätte er, der berufene Interpret schwieriger geologischer Fragen in Süd-Australien, von Anfang an Stellung genommen — Zeit genug hatte er von 1884 bis 1901 — die nachfolgende Polemik viel an Schärfe und Bitterkeit verloren hätte. Jedermann würde Herrn Tates Ansichten mit Respekt behandelt haben, selbst wenn er denselben nicht beistimmen konnte. Professor Tates Ansicht, daß die sogenannten Konglomerate im Sturt-Tale als eine tektonische Breccie (crush conglomerate) anzusehen seien, wurde später von den Herren Basedow und Iliffe aufgenommen und verfochten.

Der Vorstand der Royal Society of South Australia gab ihnen Gelegenheit, ihren Standpunkt am 4. April 1905 in einer Versammlung der Gesellschaft vorzutragen[5]). Der Vorstand gelangte jedoch

1) The Glacial Theory (by an Investigator) T. W. Edgeworth David. The Register. Adelaide. Sept. 17. 1901; The Advertiser. Adelaide. Same date. — 1902. Glacial Committee Report. Austral. Assoc. for Advancement of Science. Vol. 9. Hobart 1902. pag. 190. See also Report of South Austral. Glacial Investigation Committee. Ibid. pag. 198 und 199.

2) E. F. Pittmann, Two photographs of glaciated boulders from glacial till Petersburg. Glacial Committee Report. Austral. Assoc. for Advancement of Science. Vol. 9. Hobert 1902. pag. 200.

3) Im Hinblick auf die immerhin recht unsicheren Beweise bezüglich des Alters wäre die Ansicht eines erfahrenen Kenners wie Tate jedenfalls von allergrößtem Werte gewesen.

4) Siehe: The Glacial Controversy. Mr. Howchin's Reply. The Register. Adelaide. Sept. 21. 1911.

5) On the formation known as Glacial Beds of Cambrian Age in South Australia. 1905. Die betreffende Arbeit gelangte in der Versammlung der Society in Adelaide zur Verlesung. Ausführliche Referate erschienen darüber in der Tagespresse vom 5. April. Die Veröffentlichung in der Zeitschrift der Royal Society unterblieb jedoch aus gleich zu besprechenden Gründen.

nachher zur Ansicht, daß die Drucklegung der Arbeit aufzuschieben sei, da Zweifel bezüglich des wissenschaftlichen Wertes derselben laut geworden waren. Um auch jeden Anschein der Voreingenommenheit zu vermeiden, unterbreitete der Vorstand das Manuskript der Arbeit Herrn Professor Dr. E. David in Sydney zur Begutachtung. Auf Grund des Gutachtens dieser Autorität wurde die Drucklegung abgelehnt.

Im November 1907 legte Howchin eine eingehende Abhandlung: „Glacial Beds of Cambrian Age in South Australia" der Geological Society of London vor, die im Mai-Hefte 1908 zum Abdruck gelangte[1]), nachdem kurz vorher Herr Howchin im 30. Bande der Transactions of the Royal Society of South Austral. für das Jahr 1906 eine ausführliche Bibliographie der bisher über die betreffenden Schichten erschienenen Literatur gegeben hatte[2]). Diese Arbeit ist ausführlich mit Profilen und Abbildungen ausgestattet, und Howchin zeigt darin klar und beweisend den Unterschied zwischen tektonischen und glazialen Schrammen. In der darauf folgenden Diskussion schlossen sich sämtliche Redner, alle erfahrene Glazialgeologen, rückhaltlos der Auffassung Howchins an.

In der gleichen Versammlung, 20. November 1907, wurde eine Arbeit der Herren Basedow und Iliffe — wahrscheinlich dieselbe, die bereits von der Royal Society of South Australia abgelehnt worden war — vorgelegt, aber abgelehnt. Auch nicht ein einziger Verteidiger fand sich für diese Ideen.

Herr Basedow hatte sich im Jahre 1907 nach Deutschland begeben, um in Breslau seine Weiterbildung in der Geologie zu betreiben. Dank der Empfehlung des Herrn Frech fand dann die viel herumgewanderte Arbeit Aufnahme in der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft[3]), nachdem Herr Basedow auf dieselbe in Breslau promoviert hatte[4]).

Herrn Basedows Ansicht fand eine scharfe Ablehnung seitens des Herrn Howchin[5]), der darlegte, daß jener seine Theorie der „tektonischen Breccie" auf falsch ausgelegte Beobachtungen und verallgemeinerte Schlußfolgerungen hin basiert hat. Leider ist Herrn Howchins Entgegnung nicht durch Abbildungen illustriert und darum wird dieselbe auf den Fernerstehenden nicht recht überzeugend wirken. Das habe ich deutlich gesehen, nachdem ich die in Frage stehenden Aufschlüsse selbst studiert hatte. Es wird kaum Jemandem, der die betreffenden Aufschlüsse nicht aus eigener Anschauung kennt, klar sein, wie außerordentlich viel wertvolle und wichtige Tatsachen in Herrn Basedows Arbeit nicht erwähnt sind.

Wer ist in Deutschland so mit den Details der Geographie Süd-Australiens vertraut, daß er sich ein Urteil über die Angaben Herrn Basedows bilden kann? So z. B. sagt Herr Basedow auf pag. 362 und 363 wörtlich folgendes: „Da die geologischen Vorkommen in einzelnen Aufschlüssen an den verschiedenen oben erwähnten Punkten mit wenigen Ausnahmen in auffallender Uebereinstimmung

1) Glacial Beds of Cambrian Age in South Australia. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 64. 1908. pag. 234—259. t. 19—26.

2) The Geology of the Mount Lofty Ranges. Part II. Transact. Roy. Soc. South Austral. Vol. 30. pag. 227, insbesondere pag. 228—234.

3) Beiträge zur Kenntnis der Geologie Australiens. I. Skizze der geologischen Entwicklung des australischen Festlandes. II. Ueber den tektonischen Ursprung der sogenannten cambrischen Eiszeit Süd-Australiens. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 61. 1909. Heft 3. pag. 306—379.

4) Es sei erwähnt, daß Herr Howchin sagte: „In the fourth attempt at publication Dr. Basedow was certainly more successful. as his paper, embodying his views of the Cambrian conglomerate was published in die Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1909. Presumably this was the thesis on which Dr. Basedow received his diplome of Ph. D. and is therefore of some interest. (Register. Sept. 21. 1901.) Herr Basedow erwiedert hierauf, wie folgt: „What, however, the reading of my paper at Berlin has to do with the taking of my D. Ph. degree I fail to grasp."

5) Ueber die Glazialschichten cambrischen Alters in Süd-Australien. Monatsber. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 63. Jahrg. 1911. Monatsbericht No. 4. pag. 220—228.

sind, und die, das Gestein zusammensetzende Masse an den verschiedenen Orten lithologisch ebenso identisch ist, so wird in dieser Arbeit nur ein typischer Fundort der Formation beschrieben, nämlich das zuerst von HOWCHIN erwähnte Vorkommen in der Sturt Valley".

Die ganze Beschreibung „der" Sturt Valley wird in den nächsten 9—10 Zeilen abgetan, alles was von Zeile 15 pag. 363 bis zum Ende der Arbeit pag. 374 gesagt wird, hat auch nicht das geringste mit dem Sturt-Tale zu tun.

Wer aber vermag dies in Deutschland zu beurteilen? Trotzdem Herr BASEDOW sagt, er beschreibe das Vorkommen im Sturt-Tale, beschreibt er auch nicht mit einer einzigen Zeile all die schönen Aufschlüsse, von denen ich hier einige Abbildungen gebe. Ausgenommen den Dünnschliff pag. 375, findet sich in der ganzen Arbeit auch nichts, das mit dem Sturt-Tale in Beziehung zu bringen ist. Man würde ferner in einer Arbeit, die den Anspruch erhebt, einen bestimmten Schichtenkomplex zu diskutieren, mehr als eine recht unklare Figur auf pag. 374 erwartet haben.

In Deutschland hat man noch nicht recht Stellung zur ganzen Frage genommen, oder wenn überhaupt, so verhielt man sich, mit wenigen Ausnahmen, abwartend oder skeptisch.

Der leider zu früh verstorbene PHILIPPI bekennt sich als enthusiastischer Anhänger der cambrischen Eiszeit[1]), und das, was er auf pag. 110—112 darüber sagt, wird jeder, der die betreffenden Ablagerungen aus eigener Anschauung kennt, voll und ganz unterschreiben können. Die dieser Arbeit beigefügte Taf. 2 oder 3 könnte ruhig in ein Werk über diluviale Vereisung eingeschmuggelt werden, „ohne daß von irgendeiner Seite Einspruch erhoben werden wird". Es mag jedoch hier bemerkt sein, daß PHILIPPI die Auffassung dieser Schichten als cambrischen Alters schlankweg attestiert. Ein Zweifel über die Altersfrage scheint PHILIPPI nicht gekommen zu sein, wenigstens hat er diese nicht diskutiert, sondern als erwiesen angenommen. PHILIPPI kann also nur bezüglich der Deutung der Schichten als solche „glazialen Ursprunges", nicht aber inbezug auf die Altersfrage in Betracht kommen.

SEMPER[2]) verhält sich, wenn auch nicht direkt ablehnend, so doch wenig enthusiastisch, wohl wesentlich auf Grund der KOKENschen Einwände. Man hätte aber immerhin eine etwas ausführlichere Darstellung der HOWCHINschen Ansichten, als auf pag. 63 gegeben wird, erwarten dürfen[3]).

KOKEN[4]) sagt, daß er sich weder für noch gegen die Existenz einer cambrischen Eiszeit aussprechen wolle. Namentlich meint er, daß die Altersfrage noch nicht gelöst sei. Ich bin der Ansicht, daß KOKEN damit den Kernpunkt der ganzen Frage berührt. Meine Untersuchungen haben mir die Ueberzeugung gebracht, daß die Altersfrage doch nicht so definitiv gelöst ist, wie Herr HOWCHIN zu glauben scheint. Das ganze Gebiet, namentlich im südlichen Teil, ist ein Gebiet gewaltiger Störungen, und wenn es auch den Anschein hat, als ob die Tapley Hill-Schiefer im Sturt-Tale den Till konkordant überlagern, so ist das Vorhandensein einer Ueberschiebung doch nicht ganz ausgeschlossen.

Nach KOKENS Auffassung, die vieles für sich hat, kommen die glazialen Schichten ins Hangende

1) Ueber einige paläoklimatische Probleme. Neues Jahrb. f. Mineral. Beil.-Bd. 29. 1910. pag. 106—179.

2) Das Klimaproblem der Vorzeit. Geolog. Rundschau. Bd. 1. 1910. Heft 2. pag. 57.

3) Im Literaturverzeichnis wird wohl HOWCHINS im Quarterly Journ. erschienene Arbeit aufgezählt, aber die das Klima des Präcambriums und Cambriums behandelnden Abschnitte nicht erwähnt.

4) Indisches Perm und die permische Eiszeit. Nachträge. Centralbl. f. Mineral. 1908. No. 15. pag. 449—461; insbesondere pag. 461.

des Purple Slates, und Kokens Einwand, der auf gewichtige paläontologische Tatsachen, die Herrn Howchin anscheinend nicht bekannt waren, gestützt ist, ist nur zu begründet.

Frech [1]) verhält sich direkt ablehnend, wenigstens was den glazialen Ursprung der betreffenden Schichten angeht. Herr Frech stützt sich völlig auf die Angaben Basedows, die er in toto akzeptiert. Ich bin jedoch fest davon überzeugt, daß, hätte Herrn Frech besseres Material vorgelegen, als die Angaben Basedows, er jedenfalls zu einer anderen Auffassung gelangt wäre.

Ich selbst stand der ganzen Streitfrage zwischen Howchin und Basedow vollkommen unparteiisch gegenüber. An sich bezweifelte ich den glazialen Ursprung der betreffenden Schichten nicht. Aber wie Koken, so schien mir das Alter nicht ganz erwiesen. Wie er nahm ich an, daß die betreffenden Schichten erheblich jünger und vielleicht als permisch aufzufassen seien und nur durch gewaltige Störungen in diese Lage, die auf ein cambrisches Alter deutet, gekommen seien.

Basedows Angaben deuteten jedenfalls auf das Vorhandensein gewaltiger Störungen hin und darum wollte ich mich durch eigene Beobachtungen davon überzeugen, wer in dieser Frage recht hatte. Meine Untersuchungen haben mich zur Ueberzeugung gebracht, daß, wenn auch am glazialen Ursprung der betreffenden Schichten nicht im mindesten zu zweifeln ist, die Altersfrage bei weitem noch nicht definitiv gelöst ist. Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß die betreffenden Schichten in die cambrische Schichtenreihe gehören, allein andererseits muß doch auch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß dieselben jünger sind und nur durch Verwerfungen oder Faltungen in die cambrischen Schichten geraten sind.

Ich hatte Mitte 1911 Gelegenheit, 2 Monate in Süd-Australien zuzubringen und unter der Führung des Herrn Howchin die Aufschlüsse im Tale des Sturt-Baches, die Eisenbahneinschnitte bei Blackwood, namentlich aber das Vorkommen bei Petersburg genauer zu studieren. Leider erlaubte es meine Zeit nicht, das Onkaparinga-Tal oder die nördlich von Petersburg gelegenen Vorkommen zu untersuchen. Wenn es mir überhaupt möglich war, in so kurzer Zeit so viel zu sehen, so verdanke ich dies ausschließlich Herrn Howchin, der unermüdlich bereit war, mir behilflich zu sein. Es sei mir gestattet, Herrn Howchin hierfür an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank abzustatten.

Es wird zweckmäßig sein, wenn ich nach einer kurzen allgemeinen Uebersicht, in der ich im wesentlichen den in Howchins Arbeit gegebenen Darstellungen folge, die von mir besuchten Aufschlüsse ausführlich beschreibe und am Ende der Arbeit die allgemeinen Schlußfolgerungen ziehe. Sämtliche Photographien sind von mir selbst aufgenommen, und die Originale der Abbildungen mit Ausnahme zweier, die mir Herr Howchin schenkte, sind von mir selbst gesammelt und befinden sich jetzt im Geologischen Institut der Universität Breslau, wo sie allgemein zugänglich sind.

2. Geographische Verbreitung.

Nach Howchin [2]) kommen die südlichsten Aufschlüsse im Tale des Onkaparinga-Flusses, etwa 20 engl. Meilen südlich von Adelaide vor. Weiter südlich verhüllt eine Decke jüngerer Schichten das Cambrium (Fig. 1).

Nördlich von Onkaparinga erstrecken sich die in Rede stehenden Schichten in einem Gürtel

1) Ueber das Klima der geologischen Perioden. Neues Jahrb. f. Mineral. etc. Bd. 2. Jahrg. 1908. Heft 2. pag. 74—86.
2) Glacial beds of cambrium age. pag. 234.

von nicht weniger als 460 engl. Meilen Länge bis zu der Willouran-Kette im Lake Eyre-Distrikt; das letzte anstehende Vorkommen wurde von Howchin westlich von Hergott (29° 50' S. Br. und 138° O. L.) 440 engl. Meilen nördlich von Adelaide) beobachtet. Die größte Breite von etwa 250 engl. Meilen befindet sich etwa unter 32° 30' S. Br., wo dieselben sich von Port Augusta weit nach Osten hin, bis zur Barrier Range in New South Wales erstrecken. Innerhalb des so umschriebenen Gebietes kann man fast allerwärts mehr oder minder schön entwickelte Aufschlüsse finden.

Fig. 1. Verbreitung der sogenannten „prä-olenellischen" Glazialschichten in Süd-Australien. Mit der Lage des Aravali-Nordpols nach Kraichgauer. (Die schraffierte Area gibt die ungefähre Verbreitung der Glazialschichten an.) *A.* = Adelaide; *P.A.* = Port Augusta; *P.* = Petersburg; *M.* = Melbourne; *S.* = Sydney; *B.* = Brisbane.

Der am leichtesten zugängliche Aufschluß liegt im Tale des Sturt, etwa 7 Meilen südlich von Adelaide; nördlich von Adelaide liegen die von Selwyn erwähnten Vorkommen von Razorback und Mount Bryan, in der Nähe von Burra (101¼ engl. Meilen von Adelaide). Weiter nördlich liegt Petersburg (154¼ engl. Meilen von Adelaide). Es folgt Leighs Creek, wo Woodward seine Beobachtungen machte (373¼ engl. Meilen von Adelaide) und schließlich Hergott Springs 441 engl. Meilen von Adelaide). Es ist klar, daß man ein so ausgedehntes Gebiet nicht im Laufe weniger Wochen auch nur annähernd begehen kann und daß innerhalb desselben wesentliche physiographische und tektonische Unterschiede vorkommen müssen. Doch ist im großen und ganzen der Habitus der Schichten überall der gleiche.

3. Gliederung des Cambriums in Süd-Australien.

Wir verdanken Herrn Howchin [1]) eine Darlegung der ungemein verwickelten Verhältnisse in der Reihenfolge der cambrischen Schichten. Es folgen von oben nach unten:

9. Purple slates, quarzites and limestones mit *Archaeocyathina*, *Salterella* und *Microdiscus*.
8. Siliceous, blue, pink (oolithic) and dolomitic limestones (Brightonlimestone). Fossilleer, ausgenommen Radiolarien.
7. Banded, fine grained clay slates and shales (Tapley's Hill slates). Fossilleer.
6. **Glacial till and grits with erratics.** Fossilleer, etwa 1500 Fuß mächtig.

1) The geology of the Mount Lofty Range. Part I. The Coast District. Transact. Royal Soc. South Austral. Vol. 28. 1904. pag. 253—280. Part II. The lower and basal beds of the cambrium. Ibid. Vol. 30. 1906. pag. 227—262. — A general description of the cambrian series of South Australia. Austral. Assoc. for the Advancement of Science. Adelaide 1907. Paper No. 8.

5. Upper quarzites (Mitcham and Glen Osmond beds).
4. Glen Osmond slate. Fossilleer. Eingelagert finden sich:
   a) Blue-metal limestone. Fossilleer.
   b) Small dolomitic limestone.
3. The thick quarzite. (Middle quarzite).
2. The Phyllites and lower limestone (River Torrens limestone).
1. Basal grits and conglomerates.

Die Gesamtmächtigkeit der cambrischen Serie wird auf 30000—40000 engl. Fuß veranschlagt, doch will es mir scheinen, als ob diese Schätzung zu hoch sei.

Nach Howchin enthalten die Purple slates zwei fossilführende Kalksteinhorizonte[1]):

Der untere, der *Archaeocyathina*-Marmor, führt nach Etheridges Bestimmung die folgenden Fossilien:

Archaeocyathina spec.
Stenotheca rugosa Hall.
Ophileta subangulata Tate
Platyceras Etheridgii Tate
Ambonychia macroptera Tate
Orthisina compta Tate
Orthis (?) peculiaris Tate
Salterella planoconvexa Tate
Hyolithes communis Billings
Hyolithes conularioides Tate
Dolichometopus Tatei H. Woodward
Ptychoparia australis H. Woodward
Ptychoparia Howchini Eth. fil.
Olenellus (?) Pritchardi Tate
Microdiscus subsagittatus Tate
Leperditia spec.
Hyalostelia spec.

Der obere, etwa 1000 Fuß über dem *Archaeocyathina*-Marmor, könnte mit Fug und Recht *Obolella*-Kalk genannt werden, da die Schicht meist aus zerbrochenen und zusammengehäuften *Obolella*-Schalen besteht. Es kommen nach Etheridge jun. darin vor:

Olenellus spec.
Obolella wizzialpensis Eth. fil.
„ „ var. *calceoloides*.
Orthis (?) Tatei Eth. fil.
Orthis oder *Orthisina* sp.
Hyolithes communis Billings.

Mit dieser Fauna ist das Alter der Schicht als unterstes Cambrium fixiert. Der *Obolella*-Kalk entspricht etwa den *Olenellus*-beds der Saltrange; da der *Archaeocyathina*-Marmor jedoch etwa 1000 Fuß tiefer liegt, so muß dieser einen noch viel älteren Horizont als die *Olenellus*-Schichten repräsentieren[2]).

Da nun die purple slates mit ihren Quarzit- und Kalksteinbändern den obersten Schichtenkomplex des südaustralischen Cambriums repräsentieren, so folgt notwendigerweise, daß alle darunter lagernden Schichten von 8 an abwärts erheblich älter als Untercambrium sein müssen.

1) The occurrence of lower cambrian fossils in the Mount Lofty Ranges. Transact. Roy. Soc. South Australia. Vol. 21. 1897. pag. 74. Siehe auch Glacial beds of cambrian age. pag. 237.

2) Ich gebe Kayser darin recht, wenn er meint (N. Jahrb. f. Min. 1911), die Fossillisten seien etwas unklar; denn auch mir will es nicht recht einleuchten, daß die viel mannigfaltigere Fauna des *Archaeocyathina*-Marmors so viel älter sein soll, als die primitive Fauna des *Obolella*-Kalkes. Es ist sehr wahrscheinlich, daß hier wirklich eine Inversion der beiden fossilführenden Horizonte vorliegt; und wenn dies der Fall ist, so ändert sich natürlich die ganze Anschauung bezüglich der Lagerung der Glazialschichten.

Daraus folgt, daß die Glazialperiode, die im unteren Teile der oberen Hälfte[1]) der Serie liegt, ganz erheblich älter als Untercambrium sein muß, wenn man, wie üblich, den *Olenellus*-Horizont als Untercambrium auffaßt.

Mit welchen der unter dem *Olenellus*-Horizonte liegenden Abteilungen anderer Länder dann die Glazialschichten Süd-Australiens zu parallelisieren wären, mag dahingestellt bleiben. Möglich, daß die Aequivalente in den Aravalis Zentral-Indiens zu suchen sind, das läßt sich ohne weitere Untersuchung, wenn überhaupt, nicht entscheiden.

Nun wird man jedoch gegen die Howchinsche Gliederung einen gewichtigen Einwand erheben können. Nirgends ist eine vollkommen sichergestellte Schichtenfolge der ganzen Reihe beobachtet worden. Howchins Gliederung ist auf eine Kombination von Einzelprofilen basiert, die bei dem gänzlichen Mangel an Fossilien in dem überwiegenden Anteil der Schichten und in dem ganz unleugbaren Vorhandensein gewaltiger Störungen Unsicherheit in der Deutung doch nicht so ganz ausschließt. Solange nicht der Nachweis erbracht ist, daß Howchins Gliederung tatsächlich den Verhältnissen entspricht, und nicht rein theoretisch ist, so ist die Einschiebung der Glazialschichten zwischen die Tapley's Hill-Schiefer und die Mitcham-Quarzite in konkordanter Lagerung eine theoretische. Bestimmt wissen wir nur, daß unter dem Till Quarzite vorkommen und darüber die Tapley's Hill-Schiefer. Daß aber die ganze Serie einen einzigen Schichtenkomplex darstellt, ist nach meiner Ansicht noch nicht erwiesen.

4. Die Charaktere des Tills.

Es scheint mir zweckmäßiger, den Lokal-Terminus Till statt Geschiebe- oder Blocklehm zu gebrauchen, da die in Frage stehenden Schichten so verhärtet sind, daß die Bezeichnung „Lehm" ganz unangebracht erscheint. Im allgemeinen sieht der Till dem Geschiebemergel Norddeutschlands oder dem Boulder clay der Saltrange zum Verwechseln gleich[2]). Wir haben eine mehr oder minder tonige Grundmasse von lichtbrauner oder auch dunkelgrauer Farbe, in der die Geschiebe aller Größen wirr und regellos eingebettet zerstreut sind, ohne jede Spur von innerer Schichtung.

Im Dünnschliff zeigt sich eine deutliche Fluidalstruktur.

Analysen sind meines Wissens noch nicht gemacht worden, aber ich habe keinen Zweifel daran, daß, wenn solche ausgeführt sind, dieselben zeigen werden, daß Quarz und andere Silikate weitaus den größten Prozentsatz bilden. Dagegen wird der Kalkgehalt höchstwahrscheinlich äußerst gering sein.

Fig. 2 (Taf. I [XIII]) gibt ein ganz vortreffliches Bild der Struktur des Tills, so wie derselbe sich repräsentiert, wenn er nicht durch Druck zu schiefrig geworden ist[3]). In der Mitte des Bildes befindet sich ein großes Gneisgeschiebe, rechts davon ein geglätteter Quarzit, und darüber ein gequetschter Quarzit. Unregelmäßig schräge oder gerundete Geschiebe aller Größen sind überall zerstreut.

Fig. 3 (Taf. I [XIII]) zeigt das typische Vorkommen am rechten Talgehänge des Sturts, und man kann rechts in der Mitte des Bildes unterhalb des Baumes die Wand sehen, welche in Fig. 2 (Taf. I [XIII]) in größerer Nähe aufgenommen wurde.

1) Man darf nicht übersehen, daß Howchins Profil pag. 236 l. c. nur den unteren Teil des Cambriums vom basal grit bis zum Baighton limestone aufwärts gibt. Man müßte dasselbe noch durch Hinzufügung der sehr mächtigen Purple slates ergänzen.

2) Philippi sagt: „. . . . Bilder des untercambrischen Geschiebemergels kann man ruhig in ein Werk über diluviale Vereisung einschmuggeln, ohne daß von irgendeiner Seite Einspruch erhoben werden wird. l. c. pag. 111.

3) Da ich auf die Druckerscheinungen später zu sprechen komme, so will ich dieselben vorläufig außer Betracht lassen.

Fig. 1 (Taf. I [XIII]) stellt ein Vorkommen des Tills am östlichen Eingang des Tunnels in der Nähe der Metropolitan Brick Works bei Blackwood dar. Es ist dies genau dasselbe Vorkommen, das von Basedow als fig. 19 pag. 374 abgebildet ist. Selbst wenn man dem verschwommenen Druck auf nicht glaciertem Papier alle möglichen Zugeständnisse macht, so wird ein Vergleich meiner Figur mit Basedows Abbildung doch dem Leser zeigen, daß der Aufschluß ganz anders aussieht, als man nach Basedows Figur schließen könnte.

So sieht echter Geschiebelehm aus, das wird wohl schwerlich jemand bestreiten, allein Basedows Abbildung läßt das nicht ahnen.

Fig. 9 (Taf. III [XV]) zeigt ein großes Handstück von Till mit darin steckendem Geschiebe von graulich-weißem Quarz, in halber natürlicher Größe. Der Till besitzt deutliche Schieferung, aber dieselbe ist nicht so intensiv wie auf Fig. 4 (Taf. I [XIII]). Unter der Lupe kann man deutlich die Riffelung am oberen Ende des Geschiebes sehen.

Vielfach ist jedoch der typische ungeschichtete Charakter des Tills stark durch Druck verändert; er erscheint dann geschiefert, und die größeren Geschiebe haben sich infolge des Druckes derart gedreht, daß sie nunmehr ihrer Längsachse nach eingelagert sind, wobei sich die Grundmasse in dünnen Blättchen um die Geschiebe herumlagert. Fig. 4 (Taf. I [XIII]) gibt ein ganz vorzügliches Bild dieser Struktur, die Selwyn sehr treffend mit „Schalstein"-Struktur verglichen hat.

Die Struktur ist am besten mit der eines Augengneises zu vergleichen. Man sieht deutlich, wie die Geschiebe so gelagert sind, daß ihre Längsachse parallel zur Schieferung gerichtet ist. Um die Geschiebe herum legt sich sich die Grundmasse in dünnen Blättchen. Ich habe noch eine ganze Anzahl weiterer Photographien zur Erklärung der Struktur des Tills aufgenommen, so namentlich ein Vorkommen gegenüber dem dargestellten, wo ein großes Gneisgeschiebe in prächtiger Weise die blätterige Umlagerung der Grundmasse zeigt, allein die hier dargestellten mögen genügen.

Der Leser wird durch diese Bilder sich selbst darüber ein Urteil bilden können, wie der Till aussieht, wenn er nicht zu sehr durch Druckwirkung schiefrig geworden ist (Taf. I [XIII], Fig. 1 u. 2) und wenn Schieferung Platz gegriffen hat (Taf. I [XIII], Fig. 4).

Herr Basedow, der nach seinen eigenen Worten das Vorkommen „in der Sturt Valley" beschreibt, hat diese Vorkommen auch nicht mit einem Worte erwähnt, geschweige denn eine Abbildung gegeben. Es wird mir wohl jeder darin beipflichten, wenn ich sage, daß eine tektonische Breccie, d. h. eine durch Zertrümmerung älterer Schichten entstandene Breccie (crush conglomerate) ganz anders aussieht, als die hier gegebenen Abbildungen.

Wie es überhaupt möglich ist, daß ein tektonischer Vorgang eine so feinpulverige Grundmasse, in solch enormen Quantitäten erzeugen kann, ist mir unverständlich. Aber nehmen wir einmal an, die Mühlen der Ueberschiebung mahlten so gewaltig, daß sie eine Schicht von 1500 m Dicke bei einer Längserstreckung von rund 600 km (400 engl. Meilen) zu erzeugen imstande wäre, wie ist es dann möglich, daß während dieses Mahlprozesses überhaupt größere Geschiebe erhalten bleiben konnten?

Ich denke, die hier gegebenen Bilder beweisen mehr als Worte die Haltlosigkeit der tektonischen Theorie.

Vielfach, so namentlich im Sturt-Tale, finden sich gegen die obere Grenze hin Grandeinlagerungen, die gewöhnlich in ein hartes, kieseliges Konglomerat umgewandelt sind.

Interessant ist auch das Vorkommen einer allerdings nur gering mächtigen Kalksteinbank an der oberen Grenze des Tills. Wie diese gut gelagerte Bank zusammen mit den wohlgeschichteten Granden in einer Trümmerbreccie vorkommen kann, ist mir unverständlich. Meiner Ansicht nach ist das Auftreten dieser Schichten, die nach Howchin nicht auf das Sturt-Tal beschränkt sind, ein sehr gewichtiger Faktor gegen die tektonische Theorie.

4. Die Geschiebe.

Es bedarf wohl kaum eines Hinweises darauf, daß ich dem Vorkommen der Geschiebe ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt habe. Zunächst muß auch dem nur halbwegs sorgfältigen Beobachter eine gewisse Monotonie der Geschiebeführung auffallen. In ganz überwiegendem Maße sind Quarzitgeschiebe vertreten und das nicht etwa, wie Herr Basedow uns glauben machen möchte, am Rande der Formation in „der" Sturt Valley, sondern auch weit hinauf im Herzen der Formation bei Petersburg. Ich habe einige Aufzählungen gerade bei Petersburg vorgenommen, und daraus hat sich ergeben, daß etwa 90 Proz. der Geschiebe aus Quarzit bestehen. Ueberwiegend ist solcher von fleischroter Farbe, dann folgen milchweiße und graue Töne. Diese Quarzitgeschiebe sind aber petrographisch durchaus verschieden von den anstehenden Quarziten der Mitcham- und Glen Osmond-Schichten. Das bedarf nicht einmal der mikroskopischen Untersuchung, davon kann sich selbst der oberflächlichste Beobachter durch den Augenschein überzeugen. Aber auch mikroskopisch ist diese Tatsache festgestellt[1]). Quarzitgeschiebe, die mit anstehendem Quarzit identisch sind, sind bisher nirgend gefunden worden, und dies allein genügt, die Behauptung, der Quarzitblock im Eisenbahneinschnitt sei ein „floater", d. h. Geschiebe, zu widerlegen. Da ich auf diesen Quarzitblock weiter unten ausführlich zu sprechen komme, so mag obige Angabe einstweilen genügen. Die restierenden 10 Proz. der Geschiebe sind zusammengesetzt aus Gneisen, Graniten, Porphyren, namentlich von dunkler Farbe, Glimmerschiefer, kieseligen Kalksteinen und Chloritschiefer. Herr Howchin erwähnt auch basische Eruptivgesteine, die ich jedoch nicht gefunden habe. Alle diese Geschiebe harren noch der genaueren Untersuchung, aber so viel hat Herr Howchin bereits konstatieren können, sie lassen sich nicht mit irgendeinem der bekannten Lokalvorkommen identifizieren. Das Heimatland der Geschiebe ist also einstweilen unbekannt und wird, wie ich sehr fürchte, schwer, wenn überhaupt, zu ermitteln sein, denn wir müssen immer im Auge behalten, wenn die Ansicht von dem frühcambrischen Alter dieser Schicht vollkommen bestätigt wäre, handelt es sich um eine prä-olenellische Denudation präcambrischer Schichten, von denen möglicherweise überhaupt nichts mehr vorhanden ist. Vielleicht werden die sehr charakteristischen Porphyre helfen, das Heimatland zu ermitteln, immerhin aber kann man sagen, daß es sich im wesentlichen um einen Gneiskomplex, der von mancherlei Eruptionsgesteinen durchsetzt war und in Verbindung mit mächtigen Quarzitmassen stand, handeln dürfte.

Das ist ein sehr dürftiger Fingerzeig, immerhin wird man bei späteren eingehenden Untersuchungen der Gneisvorkommen in Australien seine Aufmerksamkeit darauf richten müssen, ob nicht in Verbindung mit denselben solche Eruptivgesteine, wie sie sich im Till finden, vorkommen.

Auffällig scheint mir, daß Quarzitgeschiebe, die sich mit dem unter dem Till lagernden Quarzit

1) Woolnough, Petrographical Notes on some Australian Quarzites, Sandstones and related Rocks. Trans. Roy. Soc. South Austr. Vol. 28. 1904. pag. 207.

identifizieren lassen, bisher noch nicht gefunden worden sind. Ich will durchaus nicht behaupten, daß sie nicht vorkommen, aber sie sind bisher noch nicht nachgewiesen worden. Da im Auge zu behalten ist, daß unsere Kenntnis der Geschiebeführung sich noch in den allerersten Anfängen befindet, so möchte ich vorläufig dieser Angabe nicht allzuviel Gewicht beilegen.

Herr Howchin hat den Versuch gemacht, die Geschiebe ihrer Häufigkeit nach an den verschiedenen Lokalitäten zu klassifizieren. Der Unterschied ist jedoch sehr geringfügig; soweit meine Beobachtungen gehen, ist die Zusammensetzung der Geschiebeführung ziemlich die gleiche im Sturt-Tale und bei Petersburg. Lokal mag die eine oder die andere Gesteinsart überwiegen, wie dem aber auch sei, immer bilden die Quarzite die weitaus überwiegende Mehrzahl.

Man wird aus den obigen Angaben entnommen haben, daß die Natur der Geschiebe nicht derart ist, daß dieselben sich besonders zur Schrammung eignen. Kalksteine, die Schrammen besonders schön zeigen, sind sehr selten; Schiefer, die sich ebenfalls zur Schrammung eignen, sind häufiger, aber immerhin selten. Die verschiedenen Granite und Porphyre sind wohl geglättet, aber mit Ausnahme eines einzigen Stückes, das kurze feine Schrammen zeigt, habe ich nicht eines gefunden, das deutlich geschrammt ist. Die Quarzite sind wohl häufig genug geglättet, aber zeigen höchst selten deutliche Schrammung. Nach dem, was ich oben über die Häufigkeit der verschiedenen Arten der Geschiebe gesagt habe, wird man wohl ermessen können, wie relativ selten schön geschrammte Stücke sind. Eines der schönsten Stücke (Textfig. 2) verdanke ich Herrn Howchin, der dasselbe am sogenannten Black Rock, in der Nähe von Petersburg fand. Es ist dies ein dunkelgrüner Chloritschiefer, der eine geradezu prachtvolle Schrammung zeigt[1]). Ein weiteres Stück (Taf. III [XV], Fig. 10) fand ich bei Petersburg; es stellt nur einen Teil eines größeren Quarzitgeschiebes dar; die scharfen geraden oder leicht gekrümmten Kritzen sind hier sehr wohl markiert. Ein drittes Geschiebe, ein dunkelgrüner, scheinbar sehr feinkörniger Schiefer ist auf Taf. III [XV], Fig. 12 abgebildet. Dieses Geschiebe ist auf beiden Seiten gekratzt, auf der einen Seite sind die Schrammen grob und tief, auf der anderen fein und kurz, sich in allen Richtungen hin kreuzend.

Fig. 2. Geschrammtes Geschiebe (Chloritschiefer) von Black Rock, Petersburg. Nat. Größe.

Außer den hier erwähnten habe ich noch eine ganze Anzahl weiterer gefunden, darunter einen arkoseartigen Quarzit, der wenige, aber sehr tiefe Schrammen zeigt; eine kleine Zahl von Geschieben, meistens Chloritschiefer, die noch im Till stecken, zeigt ebenfalls deutliche Schrammung.

Ich darf wohl sagen, daß ich mir während eines mehr als 30-jährigen Studiums eine gewisse Kenntnis in bezug auf eisgeschrammte Geschiebe erworben habe, denn viele Hunderte sind durch meine Hände gegangen. Wenn mich die so erworbene Kenntnis nicht ganz trügt, so sind die auf den hier beschriebenen Geschieben beobachteten Schrammen und Kritzen absolut ident mit solchen, an deren

1) Ich möchte bemerken, daß die Photographien nur in geringem Maße die Schrammung wiedergeben. Bei günstig auffallendem Lichte treten dieselben in der Natur viel klarer und deutlicher hervor, aber diese Stellung ließ sich kaum jemals photographisch wiedergeben.

Entstehung durch Eis kein Zweifel waltet, und ich glaube, hierin wird mir jeder erfahrene Glazialgeologe beistimmen.

Koken ist allerdings der Meinung, daß die Diskussion über das Ries gezeigt habe, daß sich aus der Natur der Schrammen kein Beweis für die glaziale Natur führen lasse. Ob diese Ansicht so generell gültig ist, vermag ich nicht zu entscheiden, im Till Süd-Australiens lassen sich aber deutlich zwei Gruppen von Oberflächenschrammung der Geschiebe unterscheiden, die vollständig voneinander verschieden sind. Die eine, auf die ich weiter unten zu sprechen komme, ist zweifelsohne tektonischen Ursprunges, die andere, hier besprochene, kann ich nur mit Glazialschrammung vergleichen. Bevor ich die Deutung dieser Schrammen als Glazialschrammen bezweifle, müßte man mir den unwiderleglichen Nachweis erbracht haben, daß tektonische Vorgänge auf echten Geschieben solche Schrammung zustande bringen können.

Wie verschieden die tektonische Schrammung von der richtigen Eisschrammung ist, werde ich weiter unten zeigen.

Zum Schlusse möchte ich noch erwähnen, daß fossilführende Geschiebe bisher noch nicht gefunden wurden. Meines Wissens hat weder Howchin noch irgendein anderer Beobachter solche gefunden, und ich selbst habe vergebens danach gesucht.

Man könnte dies vielleicht als eine, wenn auch recht schwache, Stütze für das frühcambrische Alter auffassen. Die permischen Glazialschichten enthalten wenigstens in Tasmanien fossilführende Geschiebe cambrischen Alters. Aus der Abwesenheit solcher in Süd-Australien möchte man vielleicht einen Beweis für das präolenellische Alter der betreffenden Schichten zu ziehen suchen. Dem wäre jedoch gegenüberzuhalten, daß die Geschiebe aus einer Gegend kommen, wo möglicherweise keinerlei fossilführende Schichten anstanden. Ich möchte hier nur an das analoge Verhältnis in der Saltrange erinnern, wo auch, bisher wenigstens, vollständig vergebens nach fossilführenden Geschieben gesucht wurde. Ich persönlich kann also in der Abwesenheit fossilführender Geschiebe keine Stütze für die Ansicht vom cambrischen oder frühcambrischen Alter dieser Glazialschichten erkennen.

5. Die Lagerungsverhältnisse.

Bei der kurzen Zeit, die mir zu Gebote stand, konnte ich mich natürlich nicht so ausführlich wie Howchin mit den Lagerungsverhältnissen befassen, und ich mußte mich in bezug auf diese auf das Sturt-Tal beschränken. Bei Petersburg ist nicht viel zu sehen, der einzige Aufschluß ist ein kleiner Steinbruch südlich der Stadt, in dem weiter nichts als geschieferter Till zu sehen ist.

Schöner liegen die Verhältnisse im Sturt-Tale. Vom Steinbruch bei Tapley's Hill stiegen wir das Tal hinauf, und ca. 2—3 km vom Steinbruch sieht man, wie auf der linken Talseite die Tapley Hill-Schiefer von Westen her den Till überlagern. Unmittelbar unter den Schiefern liegen in Wechsellagerung Till und Grande, mit einem dünnen Kalksteinbänkchen, über einer 10 Fuß mächtigen Schicht von sehr hartem Konglomerat. Die Gesamtmächtigkeit mag etwa 80—90 engl. Fuß betragen. Darunter folgt, hauptsächlich auf der östlichen Seite des Tales, die Hauptmasse des Till, deren Mächtigkeit mehrere hundert Fuß beträgt; gegen unten tritt eine gelbe Schieferbank ohne Geschiebe auf, und die Basis wird wieder von einer Geschiebe führenden Bank gebildet. Ich möchte bemerken, daß sich diese Teilung des Till durch eine geschiebefreie Schichtenfolge in einen oberen und unteren Teil auch bei Petersburg deutlich erkennen läßt.

Howchins Beobachtungen haben gezeigt, daß die Mächtigkeit der einzelnen Abteilungen anscheinend stark schwankt, wir haben:

	im Sturt-Tal	bei Onkuparinga	in der Appela Gorge
oberer Till	683 Fuß	400 Fuß	120 Fuß
geschiebefreier Ton	72 „	14 „	656 „
unterer Till	40 „	178 „	750 „

Es wäre verfrüht, aus diesen wenigen Zahlen einen weiter gehenden Schluß zu ziehen, es hat hat aber beinahe den Anschein, als ob sich die den Till teilende geschiebefreie Bank von Norden nach Süden hin auskeilt. Ferner scheint es, als ob im Süden die obere, im Norden die untere Abteilung des Till die mächtigere sei. Hier müssen weitere Beobachtungen einsetzen, und ich spreche die obige Ansicht mit allem Vorbehalt aus. Die Gesamtschichtenfolge macht jedoch den Eindruck, als ob zuerst Schwankungen zwischen Moräne und geschichteten Sedimenten stattgefunden hätten; die letzteren waren von wechselnder Mächtigkeit, ähnlich wie in Norddeutschland. Dann kam die Hauptmasse der Moräne, und als sich die Vergletscherung dem Ende zu neigte, tritt wiederum Wechsellagerung zwischen Moräne und geschichteten Sedimenten auf.

Das Liegende des Till wird im Eisenbahneinschnitt von Blackwood durch feingeschichtete Quarzite gebildet. Im Sturt-Tale sollen dieselben nach Howchin durch Ueberschiebung über die Glazialschichten hinaufgeschoben sein.

Ich habe mich im Sturt-Tale nicht davon überzeugen können, daß der Till auf Quarziten lagert, denn die Grenze zwischen Till und Quarzit wird durch eine Verwerfung gebildet. Welchen Alters dieser Quarzit sei, ist meiner Ansicht nach nicht sicher erwiesen, denn beim Mangel jedweder Fossilien müssen grob petrographische Charaktere als Anhaltspunkte zur Altersbestimmung dienen. Möglicherweise hat Herr Howchin darin recht, daß dieser Quarzit in der Tat der Gruppe des upper quarzite entspricht, aber damit ist dann doch noch nicht erwiesen, daß wenigstens im Sturt-Tale der Till auf dem Quarzit lagert und daß dieser über den Till geschoben sei. Wenn letzteres der Fall wäre, so dürfte man sich billig fragen: was ist denn dann aus den Tapley Hill-Schiefern geworden, die im unteren Teile des Tales so mächtig entwickelt sind?

Nach meinen Beobachtungen ergibt sich im Sturt-Tale folgendes:

1) Im Hangenden des Till kommen die Tapley Hill-Schiefer vor.

2) Ob dieselben den Till konkordant überlagern oder infolge von Ueberschiebung in diese Position kamen, ist noch nicht festgestellt. Es ist jedenfalls mit der Möglichkeit einer Ueberschiebung zu rechnen.

3) Im oberen Teil des Tales kommen, durch Verwerfung vom Till getrennt, Quarzite vor. Nach Howchin sollen dieselben die unter dem Till lagernden upper quarzites repräsentieren, die hier merkwürdigerweise über den Till hinaufgeschoben sind. Von der Richtigkeit der letzteren Ansicht habe ich mich nicht überzeugen können.

4) Einen Schluß auf die Altersverhältnisse zwischen Quarzit und Till läßt die Lagerung im Sturt-Tale nicht zu.

Ich wende mich nunmehr dem Eisenbahneinschnitt von Blackwood zu.

Da Herr Basedow seine Ansicht vom tektonischen Ursprung dieser Schichten wesentlich auf das Studium des Eisenbahneinschnittes von Blackwood basiert, so habe ich diesem ganz spezielle Auf-

merksamkeit gewidmet. Wenn man von der Station Blackwood ($11^1/_2$ Meilen östl. von Adelaide, 836 Fuß ü. d. M.), der Eisenbahnlinie folgend, in westlicher Richtung marschiert, so passiert man zunächst feingeschichtete Quarzite in steil aufgerichteter Stellung; geologisch gehören diese Schichten zu den oberen Quarziten, von Howchin als Blackwood-Quarzite unterschieden. Die regelmäßige Schichtung ändert sich mehr und mehr, je weiter man nach Westen fortschreitet, und schließlich beobachtet man derartige Zusammenschiebungen und Krümmungen, wie auf Taf. II [XIV], Fig. 5, wo man deutlich sieht, wie ein dickeres Band von Quarzit, das zwischen den dünneren Schichten eingelagert liegt, S-förmig gekrümmt ist, während die dünneren Lagen in unzähligen Fältchen geknickt und gebogen sind. Die oberste Grenze des Quarzites wird durch eine etwa 2 Fuß mächtige Bank eines gelblichen Quarzites gebildet, die scharf gegen den westlich anstoßenden Till absetzt (s. Taf. II [XIV], Fig. 6). Wenn man nun 40 Schritte weiter nach Westen geht, so beobachtet man eingefaltet im Till eine stark zertrümmerte Quarzitbank, die sich scheinbar von der obersten Bank weiter östlich anstehenden Quarzites nicht unterscheiden läßt. Diese Bank bildet, wie man zu beiden Seiten des Eisenbahneinschnittes deutlich beobachten kann, eine Synklinale, und der Scheitel dieser Synklinale wird durch den Basedowschen „floater“ gebildet. Der sogenannte floater befindet sich auf der Nordseite des Einschnittes, und hier ist seine Fortsetzung nach oben, die ihn als Teil einer zusammenhängenden Bank zeigt, nicht so schön zu sehen, wie auf der gegenüberliegenden Südseite.

Basedow stellt die Sache so dar, als ob dieser Quarzitblock ein Geschiebe im Till bilde. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Eine Kombination der beiden Seiten zeigt klar und deutlich, daß die Eisenbahn eine im Till eingefaltete Quarzitbank durchschnitten hat; diese Bank bildete eine Synklinale, deren Schenkel oben am Gehänge, besonders schön und klar am Südgehänge zu sehen sind.

Herr Basedow läßt den Leser in dem Glauben, als ob der „floater“, d. h. der Scheitel der Synklinale, ohne jeden Zusammenhang im Till stecke. Das ist aber durchaus nicht der Fall; der „floater“ steckt nicht isoliert im Till, sondern er erweist sich als Teil einer im Till eingefalteten Quarzitbank, die, und das hat niemand geleugnet, durch tektonische Vorgänge stark gebogen und zertrümmert ist. Es ist aber durchaus nicht mit dem tatsächlichen Vorkommen übereinstimmend, wenn Herr Basedow in bezug auf seine fig. 17 pag. 369 sagt: „Man sieht das Fragment einer mächtigen metamorphischen Sandsteinschicht, das unten abgequetscht worden ist und von plastischen, tonigen Gesteinslagen umgeben ist. Das durch den Faltungsprozeß abgequetschte Fragment und seine Umhüllung mit plastischem Gesteinsmaterial gibt im ganzen das Gepräge eines erratischen Blockes, über dessen Ursprung jedoch kein Zweifel sein kann.“

Auch dies ist falsch; wenn irgend etwas, so hat dieser sogenannte „floater“ auch nicht im geringsten das Gepräge eines erratischen Blockes, auch ist der Block nicht unten, sondern oben, und nicht abgequetscht, sondern noch im Zusammenhang mit dem übrigen Teil der Quarzitbank.

Die tatsächlichen Verhältnisse sind in nachstehender, etwas schematischer Skizze dargestellt (s. Fig. 3 u. 4 nächste Seite).

Wenn man noch weiter nach Westen bis zu den Metropolitan Brickworks geht, so sieht man, daß die Druckwirkungen nicht auf die Grenze zwischen Till und Quarzit beschränkt sind, sondern daß dieselben einen unter dem Till lagernden Quarzitkomplex zu einer steilen Antiklinale emporwölben, wie dies ganz vorzüglich auf Taf. II [XIV], Fig. 7 zu sehen ist[1]). In der Mitte des Bildes, dicht über der Eisenbahn,

1) Leider beeinträchtigt die Eisenbahn und der links stehende Ziegelhaufen die Klarheit des Bildes, aber das ließ sich nicht ändern.

sieht man den Scheitel der Antiklinale und links die steil nach Westen einfallenden Quarzitbänke. Rechts ist der Till über dem Quarzit noch sichtbar, aber er ist zum Teil schon ausgeschachtet. Links war derselbe ursprünglich vorhanden, aber er ist gänzlich abgeräumt. In der so entstandenen Grube

Fig. 3.

Fig. 3. Im Till eingefaltete Quarzitbank. Eisenbahneinschnitt bei Blackwood. Fig. 4. Sog. Floater.

Fig. 4.

gewahrt man zwei parallel Nord-Süd streichende und steil nach Westen einfallende Quarzitbänke, die ursprünglich im Till steckten, bei den Aufräumungsarbeiten aber stehengeblieben sind. Es war leider nicht möglich, dieselben im Bilde festzuhalten, da infolge der Baulichkeiten kein günstiger Standpunkt zu finden war.

Die Lagerungsverhältnisse, wie man sie in dem großen Steinbruch beobachtet, sind im Zusammenhang mit der etwa 100 Schritte weiter östlich beobachteten Falte in nachstehender Skizze, die ich Herrn Howchin verdanke, zum Ausdruck gebracht (Fig. 5).

Es mag fraglich erscheinen, ob die durch punktierte Linien angedeutete Rekonstruktion den Verhältnissen tatsächlich entspricht, denn die Möglichkeit einer anderen Auslegung der tatsächlichen Beobachtungen ist sehr naheliegend.

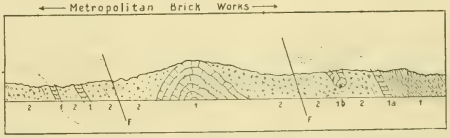


Fig. 5. Faltung des Blackwood-Quarzites im Steinbruch der Metropolitan Brickworks bei Blackwood. *1* Quarzit, *1b* Basedows Floater, *2* Till.

Ich möchte bemerken, daß die Verwerfung rein konstruktiv ist; ich habe dieselbe nicht beobachtet, trotzdem ich aufmerksam danach gesucht habe. Es ist durchaus möglich, daß der Till durch lateralen Schub in den Quarzit eingefaltet wurde, daß also der östlich anstehende, stark gefältelte Quarzit sich in überstürzter Lagerung befindet und tatsächlich in unterirdischem Zusammenhange mit den im Steinbruche erscheinenden Quarziten steht.

Jedenfalls sind hier die Lagerungsverhältnisse durchaus noch nicht so geklärt, wie Howchin scheinbar annimmt.

Bewiesen ist nur, daß

1) der Till auf einem Quarzit lagert;

2) der Till an der Ostgrenze scheinbar von einem Quarzit überlagert wird.

Die starke Fältelung des im Osten anstehenden Quarzites legt die Auffassung nahe, daß der Quarzit sich nicht in normaler Lagerung befindet, sondern wahrscheinlich über den Till geschoben wurde.

Wenn nun Quarzit und Till in so engem Zusammenhange wie hier beobachtet werden können, und wenn durch den Sattel der Nachweis eines großen tektonischen Druckes geliefert wird, so sollte man doch meinen, daß man hier die Entstehung der „Pseudogeschiebe" schon beobachten könnte, wenn Basedows Theorie richtig wäre. Nun ist aber hiervon nichts zu sehen. Nirgend sind Stücke von den obersten Lagen der Quarzite abgequetscht und in den Till eingewickelt, und das müßte doch hier jedenfalls zu erwarten sein. Aber was noch viel wichtiger ist, die im Till vorkommenden Quarzitgeschiebe sind petrographisch durchaus verschieden von dem anstehenden Quarzit, und von diesem sind keinerlei Geschiebe bisher im Till gefunden worden.

Mit der Konstatierung dieser Tatsachen dürfte der Basedowschen Theorie der Boden entzogen sein, hat er doch dieselbe ganz ausschließlich auf die hier geschilderten Vorkommen basiert. Ich denke, ich habe an der Hand von unzweifelhaften Abbildungen und Beobachtungen den Nachweis geführt, daß er nicht nur falsch beobachtet, sondern, was noch schwerer wiegt, sehr wichtige Charaktere entweder nicht gesehen oder wissentlich unterdrückt hat[1]).

6. Druckerscheinungen an Geschieben.

Niemand, der die in Rede stehenden Schichten gesehen hat, wird leugnen, daß dieselben einem gewaltigen Seitendruck ausgesetzt waren. Weder Herr Howchin, noch ich, noch sonst jemand anders hat das bestritten. Wohl aber bestreiten wir, daß diese Schichten das Resultat dieses Druckes sind, und ich glaube, daß nach dem, was ich hier dargelegt habe, kaum jemand mehr die Idee Basedows unterstützen wird. Der Gebirgsdruck hat jedoch auf den im Till eingeschlossenen Geschieben sehr nachhaltige Spuren zurückgelassen, und zwar sind diese zweierlei Art, nämlich: entweder sind die Geschiebe gequetscht und geborsten oder sie sind geriffelt.

a) Geborstene Geschiebe. Ein ganz vorzügliches Beispiel eines solchen ist auf Taf. I [XIII], Fig. 2 zu sehen. Unmittelbar über dem Gneisblock befindet sich ein elliptisches Quarzitgeschiebe, das senkrecht zur Längsachse in eine große Anzahl paralleler Blätter zerlegt ist. Solche Geschiebe kann man zu Hunderten beobachten, und Fig. 14, Taf. IV [XVI], zeigt ein im Till eingebettetes Gneisgeschiebe aus dem Sturt-Tale in etwa halber natürlicher Größe. Man sieht aus diesen beiden Bildern, daß der Druck häufig die einzelnen Blätter etwas voneinander abgerückt hat, und der so entstandene Zwischenraum bleibt entweder hohl oder er ist mit sekundären Quarzkristallen ausgefüllt.

Das ist nun nichts sehr Merkwürdiges und vielerorts, so z. B. in dem boulder clay der Saltrange oder in der Moräne bei Wynyard beobachtet worden. Niemand ist aber auf die Idee wie Herr Basedow verfallen, der der Ansicht ist, daß Klüftung sich gebildet hätte, **bevor** die Ge-

1) Welche falsche Schlüsse Herr Basedow zieht, wird man unter anderem sehr gut aus einer kleinen Arbeit, die er gemeinschaftlich mit Herrn Iliffe geschrieben hat, ermessen können.

In den dünn geschichteten Quarziten beobachtet man häufig linsenförmige Einlagerungen von großer Dicke, die durch den Druck zertrümmert sind. Das ist nun gar nichts Besonderes und vielfach anderwärts beobachtet. Herr Basedow will aber den Glauben erwecken, als ob diese Einlagerungen nicht ursprünglich von lentikulärer Form wären, sondern ausgewalzte Quarzitlagen darstellen, die weiterhin in Fragmente zerlegt würden. Diese, wie die Untersuchung lehrt, vollkommen unrichtige Auslegung eines an sich höchst einfachen Phänomens ist eine der wesentlichsten Stützen der Basedowschen Theorie. Man muß sich da nur fragen, warum sind denn nicht solche Tills anderwärts beobachtet worden, denn Druckerscheinungen, namentlich solche, wie die von Basedow beschriebenen, sind doch häufig genug. (Siehe Notes on Crush Phenomena in the Camerian Rochs near Blackwood, South Australia. Austral. Assoc. f. the Advanc. of Science. 1907.)

rölle im Till eingebettet wurden, denn er glaubt, daß, wenn die Klüftung eine Folge des Gebirgsdruckes sei, der die Schieferung hervorrief, so müßte die Richtung der Schieferung und der Klüftung der Geschiebe in gewissem Verhältnis zueinander stehen.

Herr Basedow macht hier allerdings ganz unbewußt ein wichtiges Eingeständnis. Er gibt zu, daß die Grundmasse geschiefert ist. Nun soll aber nach seiner Auffassung der Till eine durch Druck entstandene Trümmerbreccie sein. Ist es aber denkbar, daß derselbe Druck, der erst die Schichten zertrümmerte, Gesteinsfragmente abquetschte, zu Pulver zerrieb, in dem die größeren Stücke eingebettet lagen, schließlich, nachdem er all dies vollbracht, die ganze Masse auch schieferte?

Es scheint, daß Herrn Basedow der Widerspruch, der in seiner Auffassung liegt, selbst aufgefallen ist. Der gewaltige Druck, der die Schieferung bewirkte, sollte nicht die Kraft haben, die Gerölle lamellenförmig zu teilen, und darum verfällt er auf die Idee, daß die Geschiebe bereits zerklüftet waren, als sie zur Einlagerung gelangten.

Ich will die Basedowsche Theorie nicht bis zu ihren letzten Konsequenzen ausspinnen. Dieselben sind so ungeheuerlich, daß man sich fragen muß, ob es überhaupt möglich ist, daß jemand, der ernsthaft genommen sein will, auf solche Ideen verfällt. Man bedenke: der boulder clay in der Saltrange, oder die Moräne bei Wynyard sind Trümmerbreccien, denn beide führen in Menge Geschiebe mit latenter Klüftung, die nach Basedow nur dann entstanden sein kann, als diese Geschiebe von ihrer Unterlage durch tektonische Prozesse abgedreht wurden.

Wir haben oben gesehen, und Taf. I [XIII], Fig. 4 beweist dies aufs klarste, daß der Druck, der die Schieferung hervorrief, die größeren Geschiebe so drehte, daß sie mit der Längsachse parallel zur Schieferung gerichtet sind und darum ganz den Eindruck eines Augengneises hervorrufen; die gleiche Abbildung zeigt aber in klarster Weise drei geborstene Geschiebe, und diese zeigen deutlich, daß die Berstung in Lamellen im allgemeinen senkrecht zur Schieferungsebene steht.

Herrn Basedows Behauptung, daß die Richtung der Schieferung und die der lamellenförmigen Klüftung der Geschiebe nicht im Zusammenhange stehten, ist falsch und im Widerspruch zu den Beobachtungen.

b) Riffelung. Ich gebrauche das Wort „Riffelung“, um einer Verwirrung mit echter, durch Eis hervorgerufener Schrammung vorzubeugen.

Herr Howchin, der diese Erscheinung mit „pseudostriation“ bezeichnet, hat dieselbe ganz ausführlich beschrieben[1]) und seine Beschreibung mit einer ganz vortrefflichen Abbildung begleitet. Herr Basedow schweigt hierüber gänzlich. Dieses Stillschweigen ist um so merkwürdiger, als Geschiebe und Riffelung ganz außerordentlich häufig, solche mit Schrammung dagegen recht selten sind.

Riffelung ist von Eisschrammung sehr weit verschieden, wie man sich an den Abbildungen deutlich überzeugen kann. Taf. IV [XVI], Fig. 15 u. 16 stellt ein Geschiebe dar, das dieselbe in ganz hervorragendem Maße besitzt, und zwar, wie ich bemerken möchte, an beiden Polen, aber auf entgegengesetzten Seiten. Die Riffelung repräsentiert sich in Gestalt kurzer kugelförmiger, dichtgedrängter Erhöhungen, die, durch tiefe Rinnen getrennt, meist konvergent nach einem Punkte gerichtet sind. Man gewinnt

1) Glacial Beds of Cambrian Age in South Australia. pag. 247. fig. 6.

ganz den Eindruck, als ob das betreffende Geschiebe an einem Punkte gefaßt und von hier aus in der umgebenden Matrix vorwärts gepreßt worden wäre, wobei dann diese eigenartige Erscheinung zustande kam.

Nun vergleiche man die auf tektonischem Wege entstandene Riffelung mit der durch Eisbewegung hervorgerufenen Schrammung. Hier scharf eingravierte Kritzer, häufig genug von großer Länge, entweder parallel verlaufend oder sich kreuzend, dort kurze, kegelförmige Rippchen, getrennt durch tiefe Rinnen, die alle nach einem Punkte hin konvergieren.

Fig. 6. Geschiebefragment mit Riffelung (fleischroter Quarzit), Petersburg. Nat. Größe.

7. Allgemeine Betrachtungen.

Auf Grund der oben mitgeteilten Beobachtungen kann auch kein Zweifel obwalten, daß die in Rede stehenden Schichten glazialen Ursprunges sind.

Herr Howchin ist mit Woodward geneigt, diese Schichten auf schwimmendes Eis, das seine Gesamtfracht beim Schmelzen auf den Meeresboden fallen ließ, zurückzuführen. Davon habe ich mich jedoch nicht überzeugen können. Ich bin vielmehr der Ansicht, daß wir es ebenso wie bei der diluvialen und permischen Eiszeit mit Gletscherablagerungen zu tun haben, also mit einer echten Grundmoräne. Wenn man bedenkt, daß dieselbe nach ihrer Ablagerung intensivem Gebirgsdruck unterworfen war, so muß man sich nur wundern, daß überhaupt noch Beweise für die glaziale Natur zu finden sind. Es ist erstaunlich, daß die Schrammung der Geschiebe nicht gänzlich verwischt ist. Mir liegen Stücke vor, bei denen deutlich zu sehen ist, wie die Riffelung die Schrammung teilweise ausgelöscht hat, und das Merkwürdige ist nur, daß die Schrammung überhaupt bewahrt blieb.

Weniger gesichert als der Ursprung erscheint mir die Frage nach dem Alter dieser Ablagerungen. Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß dieselben in der Tat der cambrischen Schichtenreihe angehören, fest bewiesen ist dies jedoch noch nicht, und hier müssen weitere Untersuchungen einsetzen.

Der bestimmte Nachweis einer so alten Glazialzeit, wie eine solche frühcambrischen Alters, wäre natürlich theoretisch von der allergrößten Bedeutung, namentlich im Hinblick auf die so oft besprochene Kohlensäurehypothese. Ob dieselbe durch den Nachweis einer so alten Eiszeit eine Stütze erfährt, möchte ich fast bezweifeln, denn Herr Frech ist anscheinend nicht sehr geneigt, eine präcambrische Eiszeit anzuerkennen. Ich will in diese Streitfrage nicht eingreifen, auf alle Fälle bedarf Herrn Frechs Auffassung, die er in seiner Arbeit: „Ueber das Klima der geologischen Perioden" niedergelegt hat, der Revision, da die von ihm abgelehnte präcambrische, besser vielleicht frühcambrische Eiszeit möglicherweise doch existieren könnte.

Die Ansicht von der Existenz einer präolenellischen Eiszeit in Süd-Australien stimmt merkwürdig genug mit einer anderen Hypothese überein. Nach Kraichgauer[1]) liegt der Arvali-Nordpol

1) Die Aequatorfrage in der Geologie.

zwischen 30° und 40° südl. Breite, d. h. so ziemlich unter der geographischen Breite des heutigen Sidney auf dem 160. Längengrade. Die Entfernung der präolenellischen Glazialschichten von diesem Punkte beträgt rund 1000 engl. Meilen oder 1600 km. Danach würden die betreffenden Ablagerungen vollständig in der damaligen arktischen Zone gelegen, d. h. sich etwa vom 75. Breitengrade bis zum Pol hinerstreckt haben.

Der Aravali-Südpol fällt nach der gleichen Autorität auf einen Punkt 20° westl. Länge, zwischen den 30° und 40° nördl. Breite, der rund 1500 km westlich der Straße von Gibraltar liegt.

Auf der südlichen Halbinsel fallen Tasmanien, Neu-Seeland, die Neu-Hebriden innerhalb eines Kreises, der mit dem Radius 1600 km von einem Punkte auf dem 160. Längengrade und rund 35° südl. Breite geschlagen wird. Die eigentümlichen, präcambrischen Konglomerate, die ein großes Problem tasmanischer Geologie bilden, werden im Lichte der präolenellischen Eiszeit vielleicht ihre Erklärung finden.

Ueber die am entgegengesetzten Pole vorkommenden Schichten, welche theoretisch zu erwarten wären, vermag ich nichts zu sagen. Uebrigens ist es auch nicht notwendig, daß dort Ablagerungen von ähnlicher Ausdehnung wie im heutigen Süd-Australien auftreten müssen. Die Verschiedenheit in der Größe der Ausdehnung der letzten Eiszeit auf der nördlichen und südlichen Halbkugel hat den Beweis geliefert, daß die Ausdehnung der Vergletscherung an beiden Polen nicht notwendigerweise gleich groß sein muß. Ich will diese Ideen nicht weiter ausspinnen, jedenfalls liegt die Sache so, daß es den Anschein hat, als ob zu einer theoretisch fixierten Position des Nordpoles in präolenellischer Zeit nunmehr auch die entsprechenden Glazialablagerungen gefunden worden sind.

Auf der anderen Seite müssen wir mit der Möglichkeit rechnen, daß die glazialen Schichten nur infolge tektonischer Störungen in eine Lage gekommen sind, die sie scheinbar in Lösung mit der cambrischen Schichtenfolge bringt. Solange dieser Zweifel nicht einwandfrei behoben ist, ebenso lange scheint mir die Existenz einer Glazialzeit cambrischen Alters noch nicht völlig gesichert. Die Möglichkeit, daß Glazialschichten permischen Alters durch tektonische Prozesse in dem cambrischen Schichtenkomplex eingewickelt wurden, ist durchaus nicht ausgeschlossen, jedenfalls muß mit dieser so lange gerechnet werden, bis nicht der vollständige Beweis erbracht ist, daß dieselben nicht in Betracht kommen. Ich kann daher das Resultat meiner Untersuchungen kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Die in Rede kommenden Schichten sind glazialen Ursprunges.

2) Diese Glazialschichten sind späterhin durch einen gewaltigen Druck stark beeinflußt worden.

3) Dieser Druck hat all die Begleiterscheinungen als Schieferung des weicheren Materials, Quetschung und Riffelung der härteren Geschiebe erzeugt.

4) Die Glazialschichten sind mit Bestimmtheit Quarziten cambrischen Alters aufgelagert (Eisenbahneinschnitt Blackwood).

5) Im Sturt-Tale lagern die Tapley-Schiefer über den Glazialschichten, aber es ist nicht mit Bestimmtheit erwiesen, ob dieselben sich in konkordanter Lagerung befinden oder durch Ueberschiebung in diese Position geraten sind.

6) Im Eisenbahneinschnitt Blackwood lagern Quarzite cambrischen Alters über den Glazialschichten; hier sind dieselben aller Wahrscheinlichkeit nach durch Ueberschiebung in diese Lage gekommen.

7) Im Hinblick auf die ganz unleugbaren gewaltigen tektonischen Störungen und mit Rücksicht darauf, daß ein vollständiges Profil, das die Glazialschichten in ungestörtem Zusammenhang mit cambrischen Schichten zeigt, nicht bekannt ist, erscheint das Alter nicht mit völliger Sicherheit erwiesen

8) Wenn auch die Ansicht vom cambrischen Alter dieser Glazialschichten nicht mit Sicherheit erwiesen ist, so läßt sich dieselbe, vorläufig wenigstens, noch nicht direkt widerlegen. Auf der anderen Seite ist die Wahrscheinlichkeit, daß glaziale Schichten erheblich jüngeren Alters durch tektonische Vorgänge in cambrische Schichten eingewickelt wurden, stark in Erwägung zu ziehen.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 4189

Erklärung der Tafel I [XIII].

Fig. 1. Typischer, präolenellischer Till. Westlich der Metropolitan Brickworks Blackwood, kurz vor dem östlichen Eingang des Tunnels. (Genau das gleiche Bild wie Basedows fig. 19.)

Fig. 2. Typischer präolenellischer Till. In der Mitte ein großes Gneisgeschiebe; darüber ein in Lamellen zerlegtes Geschiebe; rechts ein geglättetes Quarzitgeschiebe.

Fig. 3. Charakteristisches Landschaftsbild. Vorkommen des präolenellischen Tills auf der rechten Seite des Sturt-Tales. (Rechts, in der Mitte des Bildes, direkt unter dem Baume, ist die Wand zu sehen, die auf Fig. 2, in größerer Nähe aufgenommen, dargestellt ist.)

Fig. 4. Typischer Till im Sturt-Tale. Deutlich geschiefert; die Geschiebe sind ihrer Längsachse nach parallel zur Schieferung gelagert; eine große Zahl ist geborsten.

1.

2.

3.

4.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen
herausgegeben von E. Koken
N. F. Band XI (der ganzen Reihe XV). Taf. XIII.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel II [XIV].

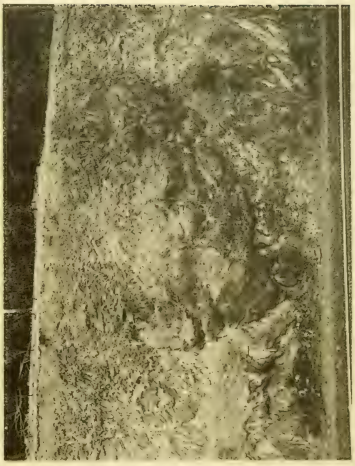
Fig. 5. Fältelung der Quarzitschiefer im Eisenbahneinschnitt bei Blackwood, Südgehänge. Eine dicke S-förmig gebogene Bank harten Quarzites ist in feingefälteltem, dünngeschichtetem Quarzitschiefer eingelagert.

Fig. 6. Blackwood-Quarzitschiefer (dünngeschichtet), mit oberster Bank von hartem Quarzit in inverser Lagerung (links), daran anstoßend (rechts) Till mit Geschieben. Südgehänge des Eisenbahneinschnittes Blackwood.

Fig. 7. Sattel der Blackwood-Quarzite im Steinbruch der Metropolitan Brickworks, Blackwood. Links und in der Mitte die stark gefalteten Quarzite, rechts dieselben überlagernd der Till.

Fig. 8. Eisenbahneinschnitt Blackwood: Südgehänge. Südliche Fortsetzung des sogenannten Floater (Textfig. 4). Die im Till eingefaltete Mulde der Quarzbank schön zu sehen.

6.



4.

5.

7.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen
herausgegeben von E. Koken
N. F. Band XI (der ganzen Reihe XV). Taf. XIV.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

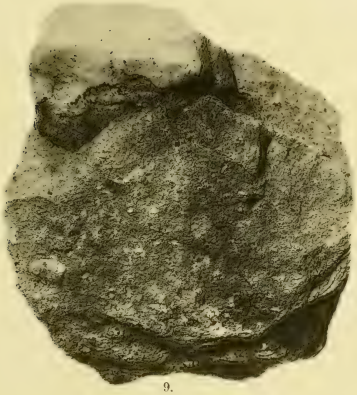
Erklärung der Tafel III [XV].

Fig. 9. Typischer, präolenellischer Till. Großes Handstück, etwa $^1/_2$ nat. Größe von Petersburg. Der Till zeigt deutlich Schieferung; links oben ein Geschiebe von graulich-weißem Quarzit mit Riffelung.

Fig. 10. Geschrammtes Quarzitgeschiebe von Petersburg (etwa $^1/_2$ nat. Gr.).

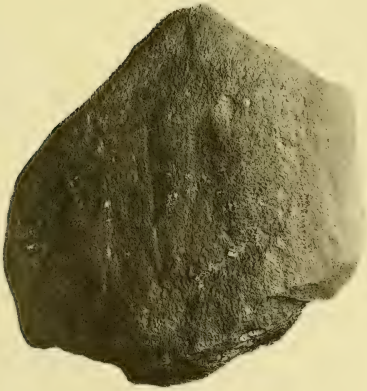
Fig. 11. Geschrammtes Geschiebe von Petersburg (etwa $^1/_2$ nat. Größe).

Fig. 12. Geschrammtes Geschiebe (Chloritschiefer?) von Petersburg (etwa $^1/_2$ nat. Größe); (Fig. 13 ist die Gegenseite).



9.

10.



11.

12.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen
herausgegeben von E. Koken
N. F. Band XI (der ganzen Reihe XV). Taf. XV.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel IV [XVI].

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 3

ÜBER PAARHUFER DER FLUVIOMARINEN SCHICHTEN DES FAJUM

ODONTOGRAPHISCHES UND OSTEOLOGISCHES MATERIAL

VON

MARTIN SCHMIDT

ARBEIT AUS DEM K. NATURALIENKABINETT ZU STUTTGART

MIT 9 TAFELN IN LICHTDRUCK UND 22 TEXTABBILDUNGEN

(NACH PHOTOGRAPHIEN UND ZEICHNUNGEN DES VERFASSERS)

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Alle Rechte vorbehalten.

Ueber Paarhufer der fluviomarinen Schichten des Fajum,

odontographisches und osteologisches Material.

Von

Martin Schmidt.

Mit der vorliegenden Arbeit mache ich den Versuch, die Lücke auszufüllen, die in der überaus erfolgreichen Bearbeitung der reichen neuen Materialien des Stuttgarter Naturalienkabinetts aus den oligocänen fluvio-marine beds des Fajum durch M. Schlosser[1]) offen gelassen wurde.

Herr Prof. Dr. E. Fraas übertrug mir bereits vor 3 Jahren die Bearbeitung des von Herrn R. Markgraf im Verlauf mehrerer Jahre gesammelten und durch Herrn G. Mez in Kairo in liberalster Weise der Stuttgarter Naturaliensammlung geschenkten reichen Anthracotheriidenmaterials, das an mehr als einer Stelle nicht unwesentliche Ergänzungen des über die interessante Tiergruppe bereits Bekannten versprach. Ich ergreife mit Freuden die Gelegenheit, ihm auch hier öffentlich dafür meinen herzlichen Dank auszusprechen. Daß der Abschluß der Arbeit sich gegen das Erscheinen der Hauptarbeit Schlossers um einiges verzögerte, wurde durch äußere Umstände veranlaßt, die mir nur mit großen Unterbrechungen an dem Gegenstand zu arbeiten gestatteten, zuletzt noch dadurch, daß auch die Herstellung der Tafeln und übrigen Abbildungen gänzlich von mir vorbereitet wurde.

Ich danke hier ferner den Herren, die mir teils, wie Herr Prof. Dr. Schlosser in München, Herr Prof. Dr. Stehlin in Basel, Herr Dr. Andrews und Herr Dr. Smith-Woodward in London, Herr Prof. Depéret in Lyon, wertvolles Material zur Ergänzung und zum Vergleich aus den ihnen unterstellten Sammlungen überließen, teils, wie die schon genannten Herren, dazu Herr Prof. Boule in Paris, mir die Benutzung ihrer Museen an Ort und Stelle auf das freundlichste erleichterten.

Herrn Dr. Andrews bin ich noch besonders dafür verpflichtet, daß er mir einen schönen Schädel, dessen Bearbeitung er selbst beabsichtigte, zur Mitbenutzung abtrat.

Die in der Arbeit Schlossers über die von mir unterschiedenen Paarhuferformen mitgeteilte vorläufige Liste war noch unvollständig. Zunächst wurde das von Andrews nach einem $M^{3\,2}$) aufgestellte, etwas problematische *Rhagatherium aegyptiacum* nicht erwähnt. Den unter *Brachyodus* angeführten Formen

1) Beiträge.

2) Ich bezeichne durchweg ohne weitere Zusätze die Zähne des Oberkiefers mit einem oben, die des Unterkiefers mit einem unten angehängten Index, also M^3 = dritter oberer Molar, I_2 = zweiter unterer Incisiv. Bei den in Einzahl vorkommenden Caninen tritt ein Sternchen an stelle der Zahl, z. B. C^*.

(deren vorläufig gegebene subgenerische Bezeichnung nicht beibehalten werden konnte — s. unten S. 5 [157] —) ist vielleicht noch eine sechste hinzuzufügen. Schließlich fand sich in meinem Material noch ein einzelner M^3, der sich einstweilen am besten an das altertümliche Anoplotheriidengeschlecht *Mixtotherium* anschließen läßt und in dieser Arbeit mitbesprochen wird. Den von Osborn in einer vorläufigen Mitteilung über die amerikanische Fajum-Expedition [1]) aus der oberen Fossilschicht der fluviomarine beds erwähnten *Ancodon* (?) *minus* (wohl besser *minor*?) kann ich zu meinem Bedauern nach dem bloßen Namen nicht berücksichtigen.

Anthracotheriidae.

Rhagatherium aegyptiacum Andrews.

Catalogue. pag. 192. t. 18 f. 5.

In der schönen Monographie, in der Andrews zuerst die überraschenden Reichtümer des ägyptischen Alttertiärs an seltsamen und stammesgeschichtlich wichtigen Säugetierformen zusammenfassend beschrieben hat, wird, wie schon erwähnt, ein einzelner oberer Molar — M^3, wie es scheint — einer primitiven Anthracotheriidenform behandelt, die dem eocänen Genus *Rhagatherium* zugerechnet wird. Es ist mir nicht gelungen, weitere Reste dieser interessanten Form beizubringen. Ich erwähne sie daher nur der Vollständigkeit halber. Seither hat Stehlin [2]) in seiner umfassenden Neubearbeitung der Schweizer eocänen Säugetiere sich dahin ausgesprochen, daß er die Form „eher bei *Anthracotherium* und speziell in der Nähe des primitiven *Anthracotherium dalmatinum* unterbringen" möchte.

Brachyodus.

Reste von Anthracotheriiden vom selenodonten Typus sind in den fluviomarine beds in reicher Menge gefunden. Andrews und nach ihm die amerikanischen Autoren Matthew [3]) und Osborn [4]) führen sie unter dem Gattungsnamen *Ancodon* auf. Demgegenüber hat Depéret [5]) sehr bald die Zugehörigkeit der ägyptischen Hauptform *Ancodon Gorringei* Andrews zu einem vergleichsweise stark bunodonten Zweige der selenodonten Anthracotheriiden betont, der Sektion *Bunobrachyodus*, als deren Typus er den von ihm von Tárrega in Spanien beschriebenen [6]) *Bunobrachyodus Cluai* hinstellt. Er faßt die Gruppe, ebenso wie die echten *Ancodon* von Ronzon etc., als Seitenzweig einer Hauptentwicklungslinie auf. Zu dieser letzteren rechnet er die schon vor längeren Jahren von ihm aufgestellte [7]) Gattung *Brachyodus* (im engeren Sinne) nebst einigen altertümlichen Formen des Eocäns (*Catodontherium*). Er vereinigt sie alle zu einer Deszendenzlinie vom oberen Lutétien bis zum mittleren [nach Matthew [8]) sogar bis zum oberen] Miocän hinauf, die längste derartige Serie im Rahmen der Säuger, die überhaupt bisher bekannt geworden wäre [9]). Stehlin hat allerdings sich mittlerweile

1) New. Foss. pag. 272.
2) Schweiz. Eoc. 5. 1908. pag. 795—796.
3) Observ.
4) New Foss.
5) Hist. géol. pag. 5 d. Sep.
6) Tàrrega. pag. 2 ff. t. 1—4.
7) Eggenb. pag. 405.
8) l. c. Tab. auf pag. 3.
9) S. bes. Transform. pag. 182.

mit Entschiedenheit gegen das Einrechnen der eocänen *Catodontherium* mit ihren langen Prämolaren in diese Deszendenzlinie ausgesprochen [1]). [SCHLOSSER stellt diese Formen sogar mit so vielen anderen „Hyopotamiden" STEHLINS in die Familie der Anoplotheriiden [2]).] Es bleibt indes, auch wenn wir diese altertümlichen Formen beiseite lassen, noch die stattliche Deszendenzreihe der eigentlichen *Brachyodus* übrig, die vom *B. porcinus* des Sannoisien bis zu der miocänen Riesenform des *B. giganteus* hinaufführt. Diese Gruppierung in eine Deszendenzlinie hält ebenfalls, wie wir im Schlußkapitel sehen werden, schärferer Kritik nicht überall stand, ist aber zur ersten Orientierung sehr geeignet. Nebenreihen bilden dann, wie schon angedeutet, einerseits die *Ancodon* in ihren typischen europäischen Vertretern mit stark abweichendem, „hypsoselenodontem" Charakter des Gebisses. Andererseits zweigt DEPÉRET seine schon erwähnte Sektion *Bunobrachyodus* ab, „à tendences bunodontes". Mehr als einmal gebraucht der französische Forscher aber gerade für die typische Form dieses Zweiges den Gattungsnamen *Brachyodus*, den er nie synonym mit *Ancodon* verwendet. Er deutet damit schon an, daß der Unterschied der „Section" vom Hauptstamme der „vrais *Brachyodus*" nicht eben bedeutend ist, längst nicht so wichtig, wie die Differenzen gegenüber *Ancodon*.

Zu diesem Zweige der *Bunobrachyodus* rechnet also DEPÉRET, neben dem „*Anthracotherium curtum*", das MARSH [3]) und nach ihm OSBORN und WORTMAN [4]) aus dem *Protoceras*-beds des amerikanischen Oligocäns beschreiben, auch den von ANDREWS beschriebenen *Ancodon Gorringei*. Die zweite durch ANDREWS von dort genannte Art, *Ancodon parvus* [5]), dessen nicht unwesentliche Abweichungen von *A. Gorringei* ANDREWS bereits besonders hervorhebt, bleibt hier einstweilen unplaziert [6]).

Wir werden im folgenden sehen, daß die Zahl der selenodonten Anthracotheriiden im Oligocän des Fajum wesentlich größer war und daß sich bis jetzt mindestens fünf Formen deutlich unterscheiden lassen. Alle stehen dem Gebiß nach den typischen *Brachyodus* nicht besonders fern, etwa wie *Bunobrachyodus Cluai* von Tárrega; keine scheint mir aber gerade mit diesem enger zusammengebracht werden zu können. Auch unter sich sind die fünf Arten durchaus nicht alle in demselben Grade verwandt. Drei von ihnen gehören allem Anschein nach näher zusammen zu einer Untergattung, der ich nach einer auffallenden Eigentümlichkeit ihres Gesichtsschädels (s. S. 23 [175]) den Namen *Bothriogenys* gebe. Die beiden anderen Arten, für die bisher erst vergleichsweise spärliches Material vorliegt, stehen im Gebiß dem typischen *Brachyodus* näher, wenn sie auch schon ihren Größenverhältnissen nach in DEPÉRETS Entwicklungsreihe nicht hineinpassen. Gewisse fernere Unterschiede gegenüber den gleichgroßen oder gleichaltrigen Formen dieser Reihe treten außerdem bei ihnen schon jetzt hervor und werden sich vermutlich durch Vervollständigung des Materials noch vermehren und verschärfen. Ich möchte es aber im Hinblick auf die bisherige Lückenhaftigkeit dieses Belegmaterials unterlassen, auch diese Formen als neue Subgenera abzutrennen, was vielleicht später einmal nötig werden wird (s. auch schon ANDREWS, Cat. pag. 189).

Nach dieser vorläufigen Orientierung über Art und Umfang des Formenmaterials aus der Gruppe wenden wir uns zunächst zur Beschreibung der Fundstücke, die für die Kenntnis der Gattung

1) Schweiz. Eoc. Bd. 6. 1910. pag. 925.
2) ZITTEL, Grundzüge. 2. Aufl. pag. 479.
3) Unter dem Gattungsnamen „*Heptacodon*". New Mamm.
4) Foss. Mammals. pag. 221.
5) Catalogue. pag. 189. Textfig. 62.
6) Die dritte von ANDREWS erwähnte, aber nicht benannte Form (*Ancodon* sp., l. c. pag. 191) rechne ich *A. parvus* zu (s. unten S. 17 [169])

und der einzelnen Arten in Betracht kommen. Natürlich spielt die Bezahnung eine Hauptrolle. Wir werden sehen, daß sie allein ausreicht, um die bis jetzt gefundenen Formen mit genügender Schärfe auseinanderzuhalten und zu den verwandten Gruppen in Beziehung zu setzen.

I. Bezahnung und Kopfskelett.

Ich behandle zunächst das gesamte Oberkiefer-Material und schließe daran aus naheliegenden Gründen zunächst die Besprechung der Schädel. Ein drittes Kapitel führt die Mandibel mit ihrer Bezahnung vor.

Die Betrachtung geht bei Ober- und Unterkiefer jedesmal von der Form aus, von der das vollständige Material vorliegt.

A. Oberkiefer.

Brachyodus (Bothriogenys) Fraasi n. sp.

Von dieser den von Andrews beschriebenen *B. Gorringei* an Größe etwas übertreffenden, etwa dem Edelhirsch gleichkommenden Form liegen zwei ganze Schädel vor, an denen wenigstens die Backenzähne beiderseits vollständig erhalten sind. Der eine, von dem schon die Rede war, liegt im British Museum (M 10186, Taf. II [XVIII], Fig. 1, Textabbildung 1 auf S. 23 [175]), der zweite in der Stuttgarter Sammlung (T. II [XVIII], Fig. 2 u. 3). Ersterer zeigt beiderseits die Molaren und Prämolaren vollständig in ausgezeichneter Erhaltung und mit geringer Abkauung (s. Taf. III [XIX], Fig. 5). Bei dem Stuttgarter Schädel ist die Abnutzung der Kronen schon ziemlich stark fortgeschritten. Zur Ergänzung dienten 8 einzelne, zum Teil vorzüglich erhaltene Zähne, die sich auf die Art beziehen ließen.

M^3.

Taf. II [XVIII], Fig. 4, 7; Taf. III [XIX], Fig. 5.

Außer den M^3 der Schädel liegen 3 normale Exemplare vor, von denen eines freilich sehr abgekaut und beschädigt. Dazu kommt ein prächtig erhaltener Zahnkeim von fast vollendeter Ausbildung, von dem weiter unten die Rede ist. Die Beschreibung der M^3 geht zur Einführung mehr ins Detail, als weiterhin.

Der Umriß des, wie bekannt, fünfhügeligen Zahnes ist ausgesprochen trapezoidisch, vorn und außen viel breiter als hinten und innen, im ganzen aber, zum Unterschiede von *Ancodon*, dessen obere Molaren breiter sind als lang (s. Textabbildung 15 im Schlußkapitel), etwa so lang wie breit. Die dreispitzige Vorderhälfte springt nicht nur, im Parastyl, nach außen, sondern auch mit dem Protokon nach der Innenseite kräftig vor. Ziemlich frisch und gut erhalten ist das in Taf. II [XVIII], Fig. 4 abgebildete Stück. Es zeigt die völlige Kontinuität des vorn und innen besonders kräftigen Basalbandes. Dieses besitzt bei dem abgebildeten Stück auf der Hinterseite vor dem Ausgange des Längstales eine scharfe blattartige Erhebung (s. auch den M^2 in Taf. II [XVIII], Fig. 5), eine ähnliche, geringere auf der Innenseite vor dem Ausgange des Quertales. Sie entspricht einer gewissen Ueppigkeit in der Ausbildung der Details, die bei den übrigen Exemplaren sich wenigstens in kammartiger, etwas geschweifter Form der Kanten der Hügel äußert.

Parastyl und Metastyl sind kräftig entwickelt und quellen nach vorn resp. hinten stark über. Das Metastyl hat eine akzessorische fünfte Wurzel, die sich mit der hinteren Hauptwurzel unter dem Metakonus durch eine plattenförmige Erweiterung verbindet. Parastyl und Metastyl

sind seitlich ausgehöhlt, aber auf den dem Mesostyl zugewandten Flächen, nicht, wie bei *Ancodon* (Textabbildung 15), auf der Vorder- resp. Hinterseite des Zahnes. Hier erscheinen sie vielmehr scharf zusammengekniffen, ptychostyl, wie ich diesen Typus der Ausbildung nennen möchte, bis zur Ausbildung einer kurzen, einfachen Firste von der Ecke der Säule nach innen zu.

Die Außenhügel liegen auf breiter Basis recht schief nach innen (s. vor allem M^3 in Taf. III [XIX], Fig. 5), so daß ihr Außenhang viel flacher ist, als der innere. Sie besitzen starke, gerundete Mittelkiele, die aber nicht immer bis zum Cingulum hinab deutlich abgegrenzt sind. Die Kanten wenden sich, von den Spitzen absteigend, gleich nach außen. Sie begrenzen so mit dem Cingulum eine, von unten gesehen, am Hinterhügel recht schiefe, am vorderen symmetrische herzförmige Fläche von immer deutlich selenodontem Charakter. In die hintere springt auf Seiten des Metastyles gewöhnlich eine kräftige, bei dem Londoner Schädel krausfaltige Stützleiste des Randes (Taf. II [XVIII], Fig. 4 *st*) vor; etwas Aehnliches kann am Parastyl wenigstens angedeutet sein. An allen drei Außensäulen ist, von der Kaufläche gesehen, die äußere Wölbung des Cingulum breit sichtbar.

Die Innenhügel sind wesentlich niedriger, als die äußeren. Der äußere Abhang des hinteren von ihnen, des Hypokonus, ist deutlich konkav mit Andeutung eines Mittelkieles. Der des vorderen ist auch konkav angelegt, aber durch einen stärkeren, schief zum Quertal hinabziehenden Kiel ganz ausgefüllt. Der Zwischenhügel des vorderen Lobus, der Protokonulus, ist außen durch die Schiefstellung des benachbarten Parakonus stark beengt, so daß er ziemlich schmal, wenn auch ganz selbständig, entwickelt ist.

Die in das seichte Quertal hinabsteigenden Enden der, wie schon bemerkt, etwas unregelmäßig blattförmigen Kanten des inneren und des Zwischenhügels vereinigen sich am Grunde zu einer etwa Y-förmigen Wiederholung des Mesostyles, die sich allerdings durch die Abkauung bald verwischt. Die Abgänge der Hügel sind nicht überall kompakt und prall, sondern gelegentlich durch Furchen und flache Gruben unregelmäßig gemodelt.

Die Skulptur des Schmelzes ist ebenfalls unregelmäßig. Sie besteht aus ziemlich feinen, etwas körnig gekräuselten Rippen und Furchen von wechselnder Breite und Deutlichkeit. In der Umgebung der Spitzen, besonders angebrauchter Zähne, setzt sie auf ziemlich großen blanken Flächen ganz aus. Anderwärts, wie z. B. an allen breiteren Stellen des Cingulum, treten dagegen gröbere Granulationen auf, oft im Zusammenhang mit Falten und kurzen Rippen am Grunde der Hügel.

Zu alledem kommt bei allen mir vorliegenden Zähnen eine sehr zierliche Feinskulptur aus zarten, wellig parallelen, etwa horizontal verlaufenden Rillen, den Perikymatien, wie sie G. Preiswerk[1])

1) Schmelzstruktur. pag. 14. — P. hat bei *Anthracotherium dalmatinum* weder Perikymatien, noch im Schliff die mit ihnen in der Rindenschicht des Schmelzes stets zusammen auftretenden „Konturstriche" sicher nachweisen können. Ich hatte Gelegenheit, eine Reihe von *Anthracotherium*-Zähnen der Münchener Staatssammlung daraufhin zu untersuchen, und konnte mit Hilfe der Lupe Perikymatien an wenig gebrauchten Zähnen mit gut erhaltener Oberfläche mehrfach feststellen. An einem ganz frischen M_1 von *A. magnum* von Vaumax, Allier, waren sie sehr deutlich an der unteren Hälfte der Krone, bei einem I_2 von Caylux sogar über die ganze Oberfläche entwickelt. Auch ein P_3 von Cadibona in der bekannten Kohleneinbettung zeigte sie auf der Außenseite ganz deutlich. Ferner konnte ich sie auch an einem großen M_3 von *Ancodon* von Ronzon feststellen.

Nach Preiswerk besitzen nun die Zähne der rein selenodonten Artiodactylen im allgemeinen sicher weder Konturstriche noch Perikymatien. Doch machen schon die altertümlichen *Tragulidae* eine Ausnahme. Es ist daher wahrscheinlich, daß die im Zahnbau zwischen den bunodonten und selenodonten Extremen innerhalb der Artiodactylengruppe stehenden, zum großen Teil ebenfalls primitiveren Artiodactylengenera auch in der Struktur und durch sie bedingten Feinskulptur der Rindenschicht des Schmelzes eine vermittelnde Stellung einnehmen, deren mikroskopisches Studium nicht uninteressant wäre. Bis jetzt konnte ich noch bei *Dacrytherium Cayluxi* ganz gut entwickelte Perikymatien feststellen; auch *Diplolaune Quercyi* zeigt

benannt hat. Ich zähle etwa 12 davon auf einen Millimeter. Sie sind übrigens nur stellenweise ganz deutlich zu erkennen.

Die meisten Eigentümlichkeiten des fertigen Zahnes zeigt nun der bereits erwähnte Zahnkeim (Taf. II [XVIII], Fig. 7) schon in endgültiger Größe und unübertrefflicher Feinheit der Erhaltung. Lage und Form seiner Hügel und Spitzen ist schon die normale, auch ihre Größe fast die endgültige. Auch das Cingulum ist im allgemeinen fertig. Allein die Außenseite ist in jeder Weise unvollendet. Vor allem das später so mächtig vorquellende Parastyl ist noch wenig entfaltet. Ueberhaupt macht die vordere Zahnhälfte noch einen stark von außen nach innen komprimierten Eindruck, da sie auch nach innen nicht nennenswert vorspringt. Das Mesostyl ist schon besser fertig, auffallenderweise hier einmal nicht scharf gekniffen, sondern als offene, wenn auch nicht breite Schlinge ausgebildet, in gewissem Grade zölostyl, wie ich diesen Typus der Säulenbildung weiterhin bezeichnen werde. An den übrigen Stücken ist davon, trotzdem die Abkauung die Schlingenbildungen sonst deutlicher hervortreten läßt, nichts wahrzunehmen. Immerhin ist die Ausbildung der Mesostylschlinge an diesem Zahn von deren mächtiger Entfaltung bei *Ancodon* z. B.[1]) noch weit entfernt. Auch bei anderen Formen der Verwandtschaft, die ein gekniffenes Mesostyl haben, kommt ausnahmsweise etwas Aehnliches vor (vgl. Stehlin, Schweiz. Eoc. t. 15 f. 19, M^2 von *Catodonterium buxgovianum*).

Wie die Abbildung zeigt, ändern sich durch die rückständige Ausbildung der Außenseite die Maßverhältnisse[2]) des Zahnes ganz erheblich und nähern sich in etwas dem bekannten, vergleichsweise stark in die Länge gezogenen Umriß des letzten oberen Milchmolaren (vgl. auch unten S. 19 [171], Taf. III [XIX], Fig. 9 u. 10).

M^2.

Taf. II [XVIII], Fig. 5, 6; Taf. III [XIX], Fig. 5.

Außer den Schädeln liegt noch ein großes, wenig bekautes und recht gut erhaltenes, sowie ein vergleichsweise kleines und stark abgekautes Exemplar dieses Zahnes vor.

Der Umriß des zweiten Molaren ist dem des ersten bis auf einen ziemlich bedeutenden Größenunterschied und die viel geringere Entwicklung des Metastyles ähnlich. Der Größenunterschied der beiden letzten oberen Molaren ist ja eine gerade unter den Anthracotheriiden oft besonders stark hervortretende Eigentümlichkeit. Das Metastyl besitzt keine selbständige Wurzel, springt im Kontur nur noch wenig nach der Außenseite vor und erfährt dort infolgedessen auf seiner Vorderseite eine viel geringere Aushöhlung, als beim M^3. Charakteristisch ist ferner das geringe Vorspringen des Parastyles nach außen. Eine Tangente an Parastyl und Mesostyl konvergiert bei M^2 nach hinten mit der Sagittale, bei M^2 ist sie ihr parallel oder neigt sogar vorn nach innen. Nach innen springt die Vorderhälfte des Zahnes ebenso stark vor, wie bei M^3. Der Hinterkontur steht deutlich schiefwinklig zur Sagittale. Reduziert gegenüber M^3 ist also vor allem die Außenseite. So ist auch die Basis des vorderen Außenhügels weniger breit, und seine Außenfläche, der die Randstützen meist ganz fehlen, fällt steiler ab.

---

wenigstens Andeutungen davon. Anderseits konnte Preiswerk unter den *Nonruminantia* resp. *Bunodontia* bei *Hippopotamus* keine Konturstriche nachweisen. Bei *Elotherium Mortoni* konnte ich aber deutliche Perikymatien sehen.

Nach meinen Beobachtungen ist das Hervortreten der Perikymatien recht sehr vom Erhaltungszustande des Zahnes und auch wohl dem Grade seiner Abnutzung abhängig. Ferner scheint es, da Preiswerk bei *Anthracotherium* keine „Konturstriche" nachweisen konnte, daß auch deren Deutlichkeit im mikroskopischen Bilde mit dem Erhaltungszustande wechselt.

1) Man vergleiche die in Textfig. 3 wiedergegebene Abbildung bei Lydekker (Catalogue. pag. 224. fig. 30).

2) Maßangaben finden sich jeweils am Schlusse der Besprechung einer Zahnkategorie, hier auf folgender Seite.

M^1.

Taf. III [XIX], Fig. 1 u. 5.

Der vorderste Molar ist zunächst wieder wesentlich kleiner, als der M^2. Sein Umriß nähert sich oft, so bei dem Stuttgarter Schädel, mehr dem Quadrat, als der von M^2 und M^3. Das Parastyl bleibt nach außen gegen das Mesostyl zurück, und auch auf der Innenseite springt die Vorderhälfte des Zahnes gegen die Hinterhälfte nur noch wenig vor. Der hintere Außenhügel ist breit; seine Metastylecke ist ohne jede Anschwellung und nur spurweise nach außen aufgebogen.

Bei einem ganz unbenutzten einzelnen Zahn (Taf. III [XIX], Fig. 1) ist die Kaufläche in der Ursprünglichkeit aller Züge wundervoll scharf erhalten. Die Spitzen der fünf Hügel sind etwa gleich hoch. Die Mittelkiele der Außenhügel laufen stark gewölbt bis zum Cingulum hinab.

Maße der Molaren, in der ersten Kolumne jedesmal von dem Stuttgarter, dahinter vom Londoner Schädel:

	M^3			M^2			M^1			einzelner M^1
1. Länge außen	30,7	31	mm	27,6	29,3	mm	22	23	mm	24,5 mm
2. „ innen	27,5	26,5	„	24,7	25,4	„	20,2	19	„	21,7 „
3. Breite vorn	34,1	33	„	29	28,6	„	21,9	22	„	22,5 „
4. „ mitten	32,2	30	„	28	27,8	„	22,3	23	„	23 „
5. „ hinten	24,8	26,5	„	20,8	19	„	16,3	15,4	„	17,5 „

In dem Deckblatt der Abbildung eines M^3 in Taf. II [XVIII], Fig. 4 sind die Punkte, deren Entfernung gemessen wurde, mit kleinen Winkeln bezeichnet, in denen die obenstehenden Nummern der fünf Messungen verzeichnet sind. Als hintere Breite des Zahnes (No. 5) wurde die Entfernung der Metastylecke von der Mitte der Umbiegung der Hinterseite zur Innenseite des Zahnes gemessen.

Aus der Tabelle ist vor allem der ziemlich erhebliche Größenunterschied zwischen den 3 Molaren ersichtlich. Sonst ist zur Unterscheidung, um darauf hier noch einmal hinzudeuten, vor allem die Entwicklung der Außenwand mit dem verschieden starken Vorspringen der drei Säulenbildungen und speziell die Form des Metastyles zu benutzen.

P^4.

Taf. III [XIX], Fig. 5.

Vorliegend noch 2 einzelne Zähne.

Der letzte Prämolar ist, wie oft, der kürzeste in der Backenzahnreihe. Seine Außenwand steht oft sehr schief, mit vorspringender, an die Parastyle der echten Molaren erinnernder Vorderecke. Der Außenhang des Außenhügels hat deutlichen, der des Innenhügels angedeuteten Mittelkiel. Von einem zweiten Innenhügel ist keine Spur vorhanden. An der Stelle, wo er bei *Brachyodus onoideus* steht[1]), lehnt sich bei unserer Form die Hinterkante des Innenhügels ziemlich hoch einer leichten Anschwellung des Außenhügels an, während die Vorderkante zum Cingulum absteigt. Dieses ist rings gut entwickelt; es erhebt sich vor den Ausgängen des Längstales ähnlich, wie bei den Molaren. Das Längstal ist eng und von auffallend geringer Tiefe.

1) Depéret, Eggenb. t. 1 f. 4. — Depéret hat später diesen an der zitierten Stelle noch als wesentlich bezeichneten Charakterzug nicht mehr betont. Er ist auch augenscheinlich eine jüngere Erwerbung. Die Besonderheit ist aus der Gattungsdiagnose von *Brachyodus* (auch s. str.) zu streichen, und *B. onoideus* kann eigentlich nicht mehr als Typus fungieren.

P^{1-3}.

Taf. III [XIX], Fig. 2—5.

Vorliegend noch ein einzelner, ganz frischer P^1 (Fig. 2—4).

Da bei den 3 vorderen Prämolaren die morphologische Ausbildung nur dem Grade nach verschieden ist, behandle ich sie zusammen. Wir gehen dabei praktisch von dem abgebildeten Einzelzahn aus.

Dieser zweiwurzelige P^1 besitzt als Grundriß (Fig. 3) die Form eines schiefen Dreiecks mit gewölbten Seiten. Vor allem die Außenseite ist vorn stark ausgewölbt. Ein Cingulum ist rings deutlich; es weitet sich in der hinteren Hälfte der medialen Seite talonartig aus. Die Krone ist hoch, blattförmig, mit geschwungenem, etwas gekörneltem Rande, der hinten-außen ziemlich weit unten eine Stützleiste besitzt. Das Blatt läuft übrigens schräg von der Vorderecke in die hintere Außenecke. Die Spitze liegt deutlich vor der Mitte als Ende einer von der vorderen Wurzel aufsteigenden Verdickung. Wenn wir mit H. Behlen[1]) die Zweiwurzeligkeit dieser Zähne durch eine ursprüngliche Zweispitzigkeit der Außenwand erklären wollen, so ist die bei unseren Formen vorliegende Beziehung der Spitze zur Vorderwurzel als ein primitiver, bei den unteren Prämolaren aufgegebener Entwicklungszustand aufzufassen. Die mäßig runzelige Schmelzskulptur bedeckt den frischen Zahn fast lückenlos, unregelmäßig, meist feiner als auf den echten Molaren.

Durch die Bekauung schwindet nun, wie schon die stark verkleinerte Abbildung Taf. II [XVIII], Fig. 2 einigermaßen deutlich zeigt, gewöhnlich der ganze Hinterrand bis zum Talon hinab und einschließlich der Spitze. Die Krone erscheint dadurch noch mehr schräg nach außen gedreht, in Form einer scharfkantigen Pyramide auf dreiseitiger Basis.

Der, wie es scheint, dreiwurzelige P^2 ist etwas länger, vor allem aber breiter, vorn und besonders hinten, so daß sein Grundriß schief-viereckig wird. Die Schneide der Krone steht schiefer zur Längsachse, und der Talonansatz wird selbständiger. Die hintere Stützleiste der Außenwand sitzt weiter vorn.

In demselben Sinne, nur noch breitspuriger, entwickelt sich P^3. Schon die Vorderseite wird ziemlich massiv. Die hintere Breite (18 mm am Stuttgarter Schädel) übertrifft manchmal wesentlich die Länge (15,2 mm). Die Stützleiste sitzt noch weiter vorn (6,4 mm vor der Hinterecke; in der zu dunkel ausgefallenen Photographie der Londoner Zahnreihe in Fig. 5 leider nicht zu erkennen). Der Talonansatz bildet bei dem Stuttgarter Schädel einen breiten, gerundeten Vorsprung mit erhabenem Rande, soweit die Abkauung zu erkennen gestattet.

Das Gesamtbild der Prämolarenreihe von der Kaufläche ist ungemein charakteristisch. Einerseits ist das Vorspringen der Vorderecke des Außenrandes des P^4 meist stark ausgesprochen. Der Zahn schließt sich also auch darin dem Typus der Molaren an, bei denen ja bei unserer Form die vorderen Außenecken kräftig kulissenartig vorragen, während die hinteren Außenecken weit nach innen gerückt liegen. Viel auffallender aber und im Kreise der verwandten Formen sonst ohne Beispiel ist bei allen drei vorderen Prämolaren das umgekehrt gerichtete kulissenartige Vortreten der hinteren Außenecke, die beim 3. sogar über die vordere Außenecke des P^4 erheblich herausragen kann (s. vor allem Fig. 2 auf Taf. II [XVIII]). Die ganze Prämolarenreihe erhält dadurch, trotzdem zwischen P^1 und P^2 ein Diastema angedeutet ist, einen merkwürdig gestauchten Charakter. Dem entspricht ihre geringe Länge im Vergleich zur Molarenserie (beim Londoner Schädel 89 Proz.,

1) Milchgebiß. 2. pag. 280.

beim Stuttgarter sogar nur 85 Proz.). Dieses Verhältnis wird nur unterboten durch den ganz mopsköpfigen, von MARSH publizierten „*Heptacodon*“ *curtus*[1]), der nach DEPÉRET, wie schon bemerkt, in diese Verwandtschaft gehört, und bei dem die Prämolaren nur 77 Proz. des Raumes der Molarenreihe einnehmen.

Als Maße der Prämolaren gebe ich die der wenig abgekauten des Londoner Schädels:

	P^4	P^3	P^2	P^1	
Länge außen	16,5	19	17	15	mm
„ innen	15				
Breite vorn	18	12,5	11	9	„
„ hinten	20	18	14,5	11	„
Höhe des einzelnen P^1	—	—	—	14,6	„

C*.

Taf. II [XVIII], Fig. 2, 3 *C*.

Für einen Eckzahn nimmt sich der kleine, alle Kennzeichen der Verkümmerung zur Schau tragende Zahn sonderbar genug aus. Unter allen Umständen ist er, im Hinblick auf den Abkauungsgrad des Gebisses, als definitiver Eckzahn anzusprechen. Er besitzt auf hoch über den Kieferrand sich verjüngt heraushebendem Wurzelhals eine vor allem gegenüber den so stattlich und gleichmäßig entwickelten Prämolaren auffallend unscheinbare Krone. Im übrigen ist er ganz prämolariform, vorn konvex mit stumpfer, sogar nach innen umgebogener Kante, hier übrigens ohne Cingulum. Die stumpfe, weit vorn liegende Spitze biegt sich ebenfalls nach der medialen Seite über. Auf der Hinterseite läuft eine Kante herab, in der Mitte durch eine vielleicht zufällige, unregelmäßige Grube unterbrochen. Hinten sind ferner auf der Außen- und besonders der Innenseite Spuren eines Cingulum angedeutet. Doch machen sie innen noch nicht den Eindruck eines Talonansatzes, wie bei den Prämolaren, schon deutlich beim P^1. Die Innenseite erscheint auch hinten, durch Einbiegung der Kante, etwas gehöhlt.

Es muß nun auffallen, daß an dem Schädel der Eckzahn dem Kieferrande nicht senkrecht eingepflanzt ist, sondern schief nach außen neigt. Man könnte an Verdrückung denken, zumal der dünne Rand der Alveole etwas rissig ist. Die erwähnten Einbiegungen des Randes und vor allem der Spitze des Zahnes wären aber unverständlich, wenn diese geneigte Stellung nicht wenigstens in der Hauptsache ursprünglich wäre.

Der auffallend schwache Kieferrand setzte sich wahrscheinlich in der Richtung des langen Wurzelhalses des Eckzahnes in derbes Zahnfleisch fort, aus dem dann die kleine Krone hervorsah. Spuren der Abkauung, die an den Molaren doch schon ziemlich weit fortgeschritten ist, zeigt der Zahn nicht überhaupt keine Anschleifung durch einen Antagonisten.

Maße der Krone:

Länge 8,5 mm
Breite 4,6 „
Höhe 8,4 „

Sicher hierhergehörige Vorderzähne fehlen in meinem Material.

1) Abbildung s. OSBORN and WORTMAN. l. c. pag. 221. fig. 7.

Brachyodus Gorringei Andrews sp.

Alles, was von Zähnen auf die von Andrews benannte Hauptform der Anthracotheriiden des Fajum bezogen werden kann, lehnt sich ziemlich nahe an *B. Fraasi* an. Ich kann mich also darauf beschränken, auf die vorhandenen Unterschiede hinzuweisen. Von ihnen kann vorweggenommen werden das wesentlich geringere Größenmaß der Zähne, das etwa $^4/_5$ der von *B. Fraasi* beträgt.

M^3.

Taf. II [XVIII], Fig. 8, 9.

Der abgebildete, völlig ausgebildete, so gut wie ungebrauchte, ausgezeichnet erhaltene hinterste Molar gibt über dieses wichtige Glied der Zahnreihe sichere Auskunft. Seine Verhältnisse stimmen mit dem bei Andrews (t. 18 f. 3) abgebildeten Stück gut überein.

Der Umriß ist ähnlich dem bei *B. Fraasi*, doch auf der Innenseite etwas weniger schief, da die Vorderhälfte dort weniger vorspringt. Das Metastyl setzt (auch bei allen 4 Stücken des Brit. Mus., die mir vorlagen) kürzer mit einspringendem Winkel gegen den Hinterrand ab. Ferner sind im Vergleich mit *B. Fraasi* die äußeren Hügel steiler, entwickeln an Parastyl und Metastyl gar keine Stützleisten und reichen mit ihrem Mittelkiel immer ganz bis zum Cingulum hinab. Ihre Spitzen übertreffen die der Innenhügel wesentlich an Höhe und sind verhältnismäßig weiter von ihnen entfernt. Die bei *B. Fraasi* beschriebenen, ins Quertal hineinlaufenden, sich dort verbindenden Enden der Kanten sind bei dem abgebildeten Stück besonders unregelmäßig. Auf den Hügeln ist die Kantenentwicklung weniger üppig, als bei *B. Fraasi*, die Grundrißform der äußeren Halbmonde, da die Spitzen weniger nach innen liegen, viel weniger spitz herzförmig, als wir sie bei jenem fanden.

In der Schmelzskulptur sind Unterschiede kaum nachzuweisen.

M^2.

Der Zahn ist an dem bei Andrews abgebildeten Exemplar schon recht stark abgekaut, es befindet sich indes auch unter meinem Material kein tadelloses Stück.

Der Umriß ist trapezförmig und vergleichsweise breit. Vorder- und Hinterseite sind fast parallel, das Parastyl breit nach außen und vorn ausladend und hinten-außen noch ziemlich stark ausgehöhlt. Der hintere Außenhalbmond erscheint vergleichsweise schmal, da die Metastylecke nach hinten (sowohl wie nach außen) wenig vorspringt. Das Cingulum ist sonst normal entwickelt, liegt aber der medialen Vorwölbung des hinteren Innenhügels sehr eng an.

M^1.

Vom vordersten Molar liegen zwar mehrere einzelne Stücke vor, doch sind sie teils stark abgekaut, teils wenig günstig erhalten. Ganz wie bei *B. Fraasi* ist das Metastyl auf eine nur ein wenig nach außen aufgekniffene Ecke von etwa 110° reduziert, und auch das Parastyl tritt zurück. Die Hinterhälfte des Zahnes ist fast so breit, wie die vordere. Das Cingulum ist den beiden Innenhügeln eng angelehnt, kann am hinteren sogar fehlen. An einem stark abgekauten Exemplar bildet der äußere Anteil des Quertales eine isolierte Marke (ähnlich Taf. I [XVII], Fig. 12).

P^4.

Auch der letzte Prämolar ist noch durch Andrews' Abbildung bekannt. Die mir vorliegenden Exemplare (wie übrigens auch der entsprechende Zahn an M, 8425 im Brit. Mus.) sind aber sämtlich

außen etwas schiefer, ganz wie bei *B. Fraasi*. Ihr Cingulum kann am Innenhügel verschwinden. Im übrigen macht die Uebereinstimmung mit *B. Fraasi* eine weitere Beschreibung unnötig.

P^3.

Den vorletzten Prämolar seiner Abbildung hat Andrews einem anderen Stück entnommen und nur im Umriß dargestellt. Es ist daher wohl kein besonderes Gewicht darauf zu legen, daß ein schöner P^3 eines Kieferstückes der Münchener Staatssammlung (P^3—P^4) einigermaßen abweicht. Wesentlich ist, daß sich der Zahn, wie auch in der englischen Abbildung, von dem breitspurigen P^3 von *B. Fraasi* durch viel größere Schmalheit des Grundrisses unterscheidet. Schmäler ist vor allem der von der Kaufläche aus nur wie ein Anhang erscheinende Vorderteil des Zahnes, doch ist auch hinten der Breitenunterschied unverkennbar. Der Zahn springt auch nicht mehr über den P^4 nach außen vor, im Gegenteil. Auch begnügt sich die Hinterhälfte mit einer, wenn auch stark verbreiterten und Teilungsspuren zeigenden Wurzel. Der Talon ist aber doch viel stärker entwickelt, als die Umrißzeichnung bei Andrews andeutet. Das an diesem Talon sehr kräftig entwickelte Cingulum macht mit seinem grobkörnigen Rand und kleinen Stützleisten etwas den Eindruck, als bereite es die Entstehung selbständiger Knospen vor. Die tatsächliche Anlage einer Vorderknospe erwähnt Andrews von einem der Stücke (No. 8814) in Cairo. Ein vor kurzem vom Stuttgarter Naturalienkabinett neu erworbener P^3, der in der Größe am besten zu *B. Gorringei* paßt, zeigt den Typus des beschriebenen Münchener Stückes, nur Schmelzskulptur und Cingulum sind schlichter als bei ihm.

Prämaxille mit I^3 und den Alveolen von I^1 und I^2.

Eine defekte linke Prämaxille mit dem unverdrückt der Alveole eingepflanzten I^3 nähert sich nach dem Charakter dieses Zahnes am meisten den vorliegenden Resten von *B. Gorringei*. Auch die Größe würde dem nicht widersprechen. Das Stück ist daher zur Rekonstruktion des Schädels in der Umrißskizze Textfig. 22 (Schlußkapitel) verwendet. Der Zahn steht, wenn man das unverdrückt erhaltene, ebene Stück der Gaumenplatte neben ihm als etwa horizontal ansieht, ähnlich schief nach vorn-außen, wie der C* von *B. Fraasi* (S. 11 [163]). Auch steht seine Krone, ähnlich wie bei jenem, auf einem etwa 3 mm aus der Alveole herausragenden Wurzelhals. Die Krone ist schief-dreieckig; an die in leichtem Bogen auf die Spitze zustrebende Mittelportion setzt sich vorn ein geringer, hinten ein ziemlich erheblicher, stumpfer, flügelförmiger Grat, der sich etwas nach innen biegt. Die Innenseite erscheint daher mäßig gehöhlt. Innen ist ein dünnes Cingulum entwickelt, außen nur hinten angedeutet.

Maße der Oberkieferzähne von *B. Gorringei*, wo zwei Zahlen stehen, vorn am Londoner Original, dahinter an den beschriebenen Zähnen:

	M^3	M^2	M^1	P^4	P^3	I^3	
Länge außen	25 26,4	22 22	16 19,3	12 13,3	17,2	8,2	mm
„ innen	— 22,3	— 20,3	— 17,4	— 11,3	—	—	„
Breite vorn	25 28,1	22 24,8	18 19	16 16,5	8,8	—	„
„ mitten	— 26	— 22,4	— 19,4	— 15,4	15,2	4,4	„
„ hinten	— 22	— 15,1	— 11,9	— —	—	—	„

Brachyodus rugulosus n. sp.

Ein linkes Oberkieferstück mit 2 wohlerhaltenen Zähnen (M^2—M^3) unterscheidet sich in mehrfacher Beziehung, zunächst schon durch viel geringere Größe, deutlich von den bisher behandelten

Formen, auch von *B. Gorringei*, dem es in der Größe am nächsten kommt. Es beweist die Anwesenheit einer ferneren Art, der wir weiterhin noch einen bedeutenden Bruchteil des gesamten Materials zuzuweisen haben.

M^3.

Taf. III [XIX], Fig. 11.

Der fast völlig unbekaute letzte Backenzahn ist sehr charakteristisch geformt. Sein Grundriß ist fast quadratisch. Das Cingulum ist rings sehr prononziert, wenn auch, wie gewöhnlich, vorn und innen massiver als hinten und außen. Von der Kaufläche sieht man vorwiegend nur seine breite, ziemlich regelmäßig gestreifte Innenfläche, die in einer scharfen Kante kulminiert. Die Außenfläche, die ja in dieser Ansicht bei *B. Fraasi* und *Gorringei* besonders am Metastyl ziemlich gewölbt vorspringt, sieht man außen nur an der Vorderseite des Parastyles. Doch sind sonst die drei Säulen der Außenseite des Zahnes kaum geringer entwickelt, als bei jenem; nur biegt das Metastyl am Hinterrande auffallend kurz ein.

Besonders charakteristisch ist dann das gegenüber den größeren Formen ganz verschobene Verhältnis der Außenhügel zu den Innenhügeln. Der Raum für die Außenhügel ist in der Querrichtung sehr verschmälert. Sie schieben sich sehr an das Cingulum heran und sind außen steil, vor allem der vordere, dessen äußerer Abhang fast senkrecht wird und dessen besonders stattlicher Mittelkiel die äußere Aushöhlung des Parastyles zum Teil ausfüllt. Die Innenhügel stehen auf um so breiterer Basis, da sich der Zahn auch fast gar nicht nach innen verschmälert. Sie sind ziemlich massiv pyramidal, auf der Außenseite nicht ausgehöhlt. Die Kanten neigen, obwohl sie auch bei dieser Form nicht ganz regelmäßig verlaufen, doch nicht zu blattförmiger Ausbildung. Die Vorderhälfte des Zahnes springt nach innen kaum vor.

Der gesamte Habitus der Kaufläche erinnert so von allen ägyptischen Formen am meisten an die Anthracotherien, doch ist in der Stellung der Hügel ein auffallender Unterschied nicht zu übersehen. Der Metakonus steht stark nach innen. Die Verbindungslinie der äußeren Spitzen konvergiert daher nach hinten stark mit der Sagittalen, während sie bei den europäischen Anthracotherien (s. Textabbildung 16 im Schlußkapitel), sowie auch bei dem schon erwähnten amerikanischen *Heptacodon curtus* dieser etwa parallel läuft.

Recht charakteristisch ist schließlich die Schmelzskulptur des Zahnes. Sie besteht aus kräftigen, etwas gekörnelten, eng stehenden Runzeln, die fast in derselben Stärke gleichmäßig über Außen- und Innenseite des Cingulum und die Wände der Hügel verteilt sind. Selbst an den Spitzen sind sie rings fast überall noch erkennbar, wo sie nicht durch Usur beseitigt sind.

M^2.

Der zweite Molar desselben Stückes ist nur wenig kleiner, als sein hinterer Nachbar. Er erscheint nur schiefer im Umriß, da das Metastyl wieder nur durch eine kurze, ohrförmige Aufbiegung der hinteren Außenecke nach der Außenseite markiert ist. Der vordere Außenhügel ist auch bei ihm außen fast noch steiler, als innen. Das Basalband ist nicht ganz so prononziert, wie beim M^3.

Ein mäßig abgekauter Zahn der Münchener Staatssammlung zeigt ähnliche Verhältnisse und dürfte auch hierher gehören.

M^1.

In der Münchener Sammlung liegt ein wesentlich kleinerer Molar von wenig günstigem Erhaltungszustande, der allenfalls zu dem letzterwähnten nach dem Grade der Abkauung sowie nach Farbe von Schmelz und Knochen als M^1 hinzugehören könnte. Die beiden stehen etwa im Größenverhältnis der entsprechenden Zähne von *B. Gorringei*. Es muß dann allerdings auffallen, daß das Metastyl an dem Stück deutlicher nach außen aufgebogen ist, als bei den anderen Formen am M^1 vorkommt.

Maße der Molaren von *B. rugulosus*:

	M^3	M^2	M^1
Länge außen	22	19,1	17 mm
„ innen	20,4	19,1	15,5 „
Breite vorn	22,7	21,3	16,7 „
„ mitten	20,3	19,3	16 „
„ hinten	18,5	14,6	14,1 „
Höhe des Parakonus	10,8	9,6	— „

Nach Abschluß der Bearbeitung kam ins Stuttgarter Naturalienkabinett außer einer die obenstehende Beschreibung bestätigenden Zahnserie von M^1—M^3 von nur wesentlich geringeren Abmessungen noch ein zweites Oberkieferstück der besprochenen Art mit P^4—M^2. Dieses letztere zeigt über den 3 Zähnen unverdrückt ein wesentliches Stück der Wangenfläche. Ich komme im Schlußkapitel auf das wichtige Belegstück zurück. Hier einige Worte über den mäßig erhaltenen

P^4.

Er ist außen vergleichsweise schmal (d. h. „kurz“) und, soweit noch zu sehen, fast gar nicht schief, wie die P^4 der größeren Arten in der Regel geformt sind. Dazu ist die Runzelung seiner Schmelzdecke charakteristisch kräftig. Sonst nähert er sich den größeren Formen. Vor allem ist das Längstal zwischen den beiden Hügeln nicht besonders tief.

Maße:

Länge außen	11,4 mm
„ innen	10,4 „
Breite	15,4 „

P^1 und P^2.

Unter den letzten Neuerwerbungen des Stuttgarter Naturalienkabinetts befindet sich schließlich noch ein linksseitiges Bruchstück der Horizontalplatte des Oberkiefers mit deutlichem Foramen palatinum und tiefem, nach vorn allmählich seichter werdendem Sulcus palatinus. In seinem Alveolarrande sitzen ein wenig verdrückt, aber sonst recht gut erhalten, 2 Prämolaren. Ihre Stellung zum Foramen palatinum bestimmt sie als P^1 und P^2. Dem entspricht auch ihr Habitus. Sie sind nur auch bei dieser Bewertung noch vergleichsweise schmal im Grundriß. Sonst sind sie ausgezeichnet durch geringe Höhe und glatten, einfachen Zuschnitt der Kronen. Das ringsum deutliche Basalband bildet eine einfache, oben scharf abgeschnittene Kante ohne besondere Falten, Körner oder Andeutung von Nebenspitzen.

Die Schmelzskulptur dieser beiden Zähne ist zwar nicht besonders stark ausgeprägt, hat aber ganz den Charakter von *B. rugulosus*. Das Stück ist dieser Art um so mehr zuzuteilen, als es mit dem eben erwähnten, gleichzeitig gesammelten Oberkieferbruchstück mit M^1—M^3 die Erhaltungsart der Zähne

gemein hat und, wie es scheint, sogar zusammengehört. Auch hier ist ein Teil der Außenfläche des Maxillare erhalten und soll weiter unten noch berücksichtigt werden.

Maße:

	P^2	P^1
Länge	13,3	12,1 mm
Breite vorn	6,7	6,4 „
„ hinten	9,7	7,3 „
Höhe (etwas abgekaut)	9,5	9,2 „

Brachyodus Andrewsi n. sp.

Ein einzelner linker M^2 (Taf. I [XVII], Fig. 12) besitzt eine Größe, die sich weit über alle sonst vorliegenden Stücke erhebt und hinter der gut bekannten Form des Miocän, dem *B. onoideus*[1]), nicht allzusehr zurückbleibt. Der stark abgekaute Zahn hat einen etwa quadratischen Umriß. Im Zuschnitt der Außenseite schließt er sich der Ausbildung des M^2 bei *B. Fraasi* und *Gorringei* ziemlich an. Doch ist sein Mesostyl noch weniger selbständig entwickelt. Vor allem nach hinten geht es ganz ohne Absatz in den zum stumpfwinkligen Parastyl schief abfallenden Außenrand über. [Es liegt darin eine Annäherung an die Verhältnisse bei *B. onoideus*, die jedenfalls der Beachtung wert ist[2]).] Dem entspricht es auch, daß hier auch die breite äußere Basis des Mittelkieles des hinteren Außenhügels mit dem Mesostyl außen, wo auch das sonst rings sehr gut gesonderte Cingulum nur angedeutet ist, ganz verschmilzt. Erst weiter innen resp. oben tritt deutliche Scheidung ein. Auf der medialen Seite des Zahnes ist das geringe Vorspringen der Vorderhälfte bemerkenswert, wenn man hier nicht eine individuelle Besonderheit vor sich hat. Ueber den Bau der Hügel ist wenig festzustellen, da der Zahn fast bis zur Isolierung der oben (S. 12 [164]) schon einmal erwähnten Marke abgekaut ist.

Sehr charakteristisch ist dagegen die zierliche Skulptur des Schmelzes. Sie besteht aus dichtstehenden, wenig granulösen und vergleichsweise wenig gekräuselten und wenig unterbrochenen, vor allem an dem erhaltenen Teil der Hügel sehr deutlichen Runzeln. Sie neigen, soweit zu sehen, nicht in dem Maße, wie bei *B. Fraasi* und *Gorringei*, zur Entstehung von unregelmäßigen gröberen Knoten und Rippen, die wir bei jenen so verbreitet fanden. Auch diese Schmelzskulptur nähert sich nach den Beschreibungen und Abbildungen am meisten der von *B. onoideus*.

P^4.

Taf. I [XVII], Fig. 10, 11.

Ein recht gut erhaltener, mäßig abgekauter letzter Prämolar der linken Seite gehört ebenfalls zu *B. Andrewsi*, wenn auch, nach dem Größenverhältnis zu dem M^2, zu einem schwächeren Individuum. Er ist außen ziemlich schief durch bedeutendes Vorspringen des Parastyls. Der ganze Umriß ist vergleichsweise in die Länge gedehnt, weniger keilförmig nach innen zu, als bei den übrigen Formen. Die Schmelzskulptur ist am Basalbande fein und dicht; nur unter den Mittelregionen der beiden Hügel treten

1) Abbildung von M^2 dieser Art s. bei Depéret, Eggenb. t. 1 f. 5 und t. 2 f. 6, sowie bei L. Mayet, Étude. t. 7 f. 1.

2) Ich möchte nicht versäumen, hier auch darauf hinzuweisen, daß bei *Anthracotherium* das Mesostyl ebenfalls, vor allem am M^3, nach vorn steiler abfällt, als nach hinten, so daß der Kontur des vorderen Außenhalbmondes eingeknickt erscheint, der des hinteren gleichmäßig gerundet. Vgl. die Textabbildung 16 im Schlußkapitel, ferner z. B. M^2 von *A. alsaticum* bei M. Pavlow, Ongulés. 7. t. 5 f. 9.

außerdem grobe, wulstige Vorsprünge auf. Die Hänge der Hügel selbst sind, wo die Schmelzoberfläche erhalten ist, ebenfalls dicht, aber viel gröber gerunzelt. Das Längstal ist vergleichsweise vertieft, doch tritt die Hinterkante des Innenhügels nicht mit dem Basalbande in Verbindung, sondern schmilzt über ihm dem Außenhügel an. An dieser Stelle ist von einer zweiten Innenknospe, wie sie *B. onoideus* dort besitzt, auch nicht eine Spur zu sehen.

Maße:

	M^2	P^4
Länge außen	30	17,9 mm
„ innen	27,6	16,2 „
Breite vorn	31,4	20,3 „
„ mitten	30,3	— „
„ hinten	19	18,9 „

B. parvus Andrews sp.

(*Ancodon* sp. Andrews.)

Ganz zweifellos gehört das von Andrews als besondere, nicht benannte Form angeführte Oberkieferstück (Brit. Mus. M 10500) mit M^2—M^3 zu derselben Tierart[1]), wie das als Typus von „*Ancodon parvus*“ beschriebene Mandibelstück des geologischen Museums von Cairo (C 8821). Im Stuttgarter Naturalienkabinett liegen mehrere Stücke, die ebenfalls hierher gehören und über die wichtige Form mancherlei Neues beobachten lassen.

M^3.

Der letzte Molar des mir durch die gütige Vermittelung des Herrn Dr. Smith-Woodward im Gipsabguß vorliegenden Londoner Stückes hat doch bei weitem nicht „about the same size as those of *A. Gorringei*“, wie ja auch die von Andrews selbst mitgeteilten Zahlen beweisen. Die Größe entspricht vielmehr fast ganz der des M^3 von *B. rugulosus*.

Derselbe Zahn ist dann an einem ganz ähnlichen Kieferbruchstück im Stuttgarter Naturalienkabinett ebenfalls fast ganz erhalten, nur auf der Schlußseite etwas beschädigt.

Dieses letztere Exemplar bestätigt ganz Andrews' Bemerkungen über Höhe und Schärfe der Spitzen. „More selenodont“, im Vergleich mit *B. Gorringei*, erscheinen die Außenhügel ebenfalls, da ihre Kanten sich stark zu den Außensäulen hinausziehen. Sie erscheinen auch im frischen Zustande bis zu deren Ecke durchaus getrennt; es fehlt die bei *B. Fraasi* und *Gorringei* oft so auffallende, an schon genannte amerikanische Formen erinnernde gemeinsame Firste innerhalb von diesen Ecken. Die Kante vom Mesostyl zum hinteren Außenhügel hängt dann besonders weit nach innen, um so mehr, als der Gipfel des Metakonus, vor allem bei dem Stuttgarter Stück, relativ sehr viel weiter nach innen geschoben ist, als der des Parakonus. Es entsteht so ein ähnliches Bild, wie es für *Mixtotherium* so bezeichnend ist (vgl. unten Abschnitt Anoplotheriidae). Die Mittelkiele der beiden Außenhänge sind schmal und kantig, übrigens gelegentlich sehr ungleich, indem der am Metakonus ganz zurücktritt. Auch diese Eigenschaft erinnert an *Mixtotherium*. Der Protokonulus ist klein und dem Protokon stark genähert.

Sonst ist an dem englischen Exemplar noch charakteristisch, daß an der Hinterseite des Zahnes das Metastyl gar nicht nach hinten überquillt. Eine ganz leichte Einbiegung des Cingulum markiert

1) Innerhalb deren wir hier, wie es bis jetzt scheint, eine kleinere und eine größere Form unterscheiden müssen (s. unten S. 44 [196].

am mäßig schief verlaufenden Hinterrande den Ausgang des Längstales. Das Parastyl springt, wie bei den anderen Formen, stärker vor als das Mesostyl und ist auffallend scharf aufgebogen. Eine gewisse Annäherung an das eocäne *Mixtotherium* zeigt übrigens auch das Basalband. Es wird fast an allen Molaren an der Innenwölbung des Hypokonus undeutlich, verbindet sich aber dafür mit einer scharfen, zum Gipfel des Hypokonus vom Ausgange des Quertales im Bogen aufsteigenden Kante. Bei den vorher besprochenen Molaren ist diese Kante des Hypokonus ebenfalls gewöhnlich ganz gut ausgebildet, tritt aber nur gelegentlich (M^3 von *B. Fraasi* auf Taf. II [XVIII]], Fig. 4) mit dem Cingulum in ähnliche Beziehung, wie bei *B. parvus*.

Besonders hervorzuheben ist schließlich noch, daß die Schmelzskulptur ganz so undeutlich wird, wie es Andrews an dem typischen Exemplar seines *Ancodon parvus* (M_1 und M_2, s. unten S. 43 [195]) beschreibt. Nur eine leichte körnige Runzelung bleibt auf den Flanken der Hügel. Dazwischen finden sich, vor allem auf der Innenseite der Spitzen, also ähnlich *B. Fraasi* und *Gorringei*, aber viel ausgedehnter, ganz blanke Flächen. Nur das fast lückenlose, allenfalls am hinteren Innenhügel zum Schwinden neigende Cingulum ist, wenn auch außen herum nur schwach feinstreifig, doch am oberen Rande reich an gröberen Körnern und Falten, die sich dann auf die basale Region der Hügel etwas fortsetzen.

M^2.

Der am englischen Exemplar nicht ganz erhaltene 2. Backenzahn ist an dem Stuttgarter Stück vollständig und fast tadellos. Er entspricht sonst ganz dem M^3, nur ist sein Metastyl ganz unbedeutend, eine kurze, ohrförmige Aufbiegung der äußeren Vorderecke. Dadurch erscheint der hintere Außenhalbmond etwas schmal und scharf zusammengebogen, um so mehr, als er fast so tief nach innen hängt, wie der des M^3. Parastyl und Mesostyl sind etwa gleichwertig entwickelt, das Cingulum, wie dann auch beim M^1, in der Mitte der Außenhügel stark reduziert.

M^1.

Taf. III [XIX], Fig. 6.

Ein einzelner Zahn von ganz ähnlichem, scharfkantigem Zuschnitt der Hügel und gleicher Schmelzskulptur, sowie ähnlich scharf angebogenem, kräftigem Parastyl liegt im Stuttgarter Naturalienkabinett. Er ist hinten-außen breiter gebaut, als der M^2. Die Metastylecke springt ohne Aufbiegung einfach als ein Winkel von etwa 105° vor. Solche Ausbildung ist von dem M^1 von *B. parvus* zu erwarten; ich führe den Zahn daher als solchen hier auf, trotzdem er kaum kleiner ist, als der M^2 des Londoner Exemplares, also, nach diesem allein zu urteilen, für einen M^1 von *B. parvus* etwas reichlich groß.

Vor kurzem kam dann noch ein oberer Molar in die Stuttgarter Sammlung, der nach Zuschnitt der Hügel und Schmelzbeschaffenheit auch hierher gehört und in der Größe sich dem Typusexemplar in London besser anpaßt. Er ist fast ohne Spur von Benutzung, steckte vermutlich noch zum größten Teil in der Alveole und zeigt, ganz wie der S. 8 [160] beschriebene Zahnkeim von *B. Fraasi*, eine etwas zusammengedrückte Entwicklung der Außenseite und schleifenartige Ausbildung des Mesostyles. Die Schmelzdecke seiner Hügel ist reich an groben, vom Cingulum aufstrahlenden Falten, aber ohne körnige Runzelung.

P^1.

Taf. III [XIX], Fig. 7, 8.

Vergleichsweise sogar noch etwas größer als der abgebildete M^1, an die kleinsten Stücke von *B. Gorringei* fast herankommend, ist ein beinahe tadelloser P^1 des Stuttgarter Naturalienkabinetts. Sein Habitus ist im übrigen durch Höhe der Spitzen, Schärfe der Kanten, Kantigkeit des äußeren Mittelkieles, deutliche, aber nicht wulstige Entwicklung des Cingulum und vor allem endlich durch die sehr beschränkte, fast verlöschte Feinskulptur des Schmelzes ganz der von *B. parvus*. Im übrigen ist er, ähnlich dem entsprechenden Zahn von *B. rugulosus*, besonders kurz, außen fast gar nicht schief und in der Mitte der Außenseite fast ohne Cingulum. Doch ist er besonders dadurch von jenem Zahn und dem entsprechenden von *B. Gorringei* gut unterschieden, daß sein Längstal tief und breit einschneidet und die Kanten des inneren Hügels beide zum Basalbande hinabsteigen ohne Verbindung mit dem Außenhügel zu suchen. (Bei *B. Gorringei* verwächst, wie wir sahen, vor allem vorn der Innenhügel ziemlich hoch mit dem äußeren, so daß das Längstal kurz ist, und seine Mündungen hoch an den Hängen liegen; die hintere Kante endet am Außenhügel.)

D^4.

Taf. III [XIX], Fig. 9.

Ein zierlicher, sehr gut erhaltener, durchaus molariformer Zahn, ebenfalls ganz vom Typus des *B. parvus*, ist viel zu klein, um zu den endgültigen Molaren dieser Form gehören zu können. Außerdem ist er vergleichsweise viel weniger breit und mehr keilförmig gebaut, außen stark in die Länge gezogen, indem das Parastyl sich besonders stark nach vorn ausbreitet. Alles das spricht dafür, ihn als letzten Milchzahn des Oberkiefers zu deuten. Ein D^4 in einem schönen Gebißstück (D^4—M^2) von *Diplobune Quercyi* aus der Münchener Sammlung, das mir Herr Prof. Schlosser freundlichst zum Vergleich übersandte und das ich daneben in Taf. III [XIX], Fig. 10 abbilde, zeigt genau dasselbe Verhalten. Ich trage daher kein Bedenken, den vorliegenden kleinen Zahn, der außerdem in der Lage seiner Hügel gewisse Unregelmäßigkeiten zeigt und ein recht dünnes Schmelzblech besitzt, als letzten Milchzahn hier einzureihen. Seine Maße würden ebenfalls einer solchen Deutung nicht widersprechen.

Hervorzuheben wäre noch, daß das Cingulum am hinteren Innenhügel und auf der Mitte der Außenhügel fast erlischt.

Maße der Zähne von *B. parvus*, mit O die des Originals von *Ancodon* sp. bei Andrews beigesetzt:

	M^3		M^2		M^1	P^4	D^4	
	O		O					
Länge außen	18,5	—	—	15,8	18,1	13,3	13,2	mm
„ innen	16,6	—	16	13,7	14,8	9,9	10,4	„
Breite vorn	19,6	18,8	—	16	17,5	15,6	11,2	„
„ mitten	18,6	17,1	15	15	15,2	—	10	„
„ hinten	12,3	—	11,7	10,8	10,5	14,8	6,6	„
Höhe des Parakonus	—	—	—	—	9,5	10,6	6,2	„

B. Schädelreste.

Das bisherige Material von Schädeln selenodonter Anthracotheriiden ist spärlich und zudem meistens in ungünstigem Erhaltungszustand. Es interessiert aber besonders wegen der weiten Divergenz

der bisher bekannt gewordenen Typen, die für die systematische Gliederung bereits in Anspruch genommen wurden (s. weiter unten bei Textfig. 18—20). Es ist also geboten, auf die Schädelreste aus dem Fajum ausführlich einzugehen.

Beschreibung.

1. Mittelgroße Form, vermutlich *B. Gorringei* Andr. sp. Taf. I [XVII], Fig. 1, 6—8.

Die Abbildungen geben einen Ueberblick über den Umfang des Bruchstückes. Ganz gut erhalten ist der größte Teil des Schädels bis zur Ethmoidalregion und die Hinterwand des Schädels. Die Unterseite ist bis zum Kiefergelenk einigermaßen vollständig, wenn auch verdrückt und vielfach beschädigt.

Auffallend solide ist der quer abgeschnittene, an den Seiten gerundet absteigende Nackenkamm, an den sich nach vorn eine ziemlich hohe, besonders massive, aber oben scharfe Crista sagittalis anschließt. Sie gabelt sich spitzwinklig noch ziemlich weit hinter der Kronennaht. Ihre Aeste, die Cristae frontales, divergieren bogig, werden aber nach ihrem Uebertritt auf die Frontalia bald undeutlich. Die fast flachen Frontalia, deren rechtes fast ganz erhalten ist, dringen stumpfwinklig zwischen die Parietalia ein. Sie verbreitern sich etwa in der Mitte ihrer Länge sehr stark in einem stumpfen Processus postorbitalis. Sein hinterer Rand sowie der ganze frontale Rand der Schläfengrube läuft auffallend spitzwinklig gegen die Längsachse des Schädels und ist nur wenig nach unten eingerollt. Die Foramina supraorbitalia sind der Sagittalnaht mäßig genähert; ein Sulcus supraorbitalis oder frontalis ist, ihr etwa parallel, wenigstens angedeutet.

Seitlich an den abgebogenen Rand des Nackenkammes setzt sich eine nach vorn, außen und unten ziemlich gerade auf die Wurzel des Processus zygomaticus des Temporale zu laufende Crista temporalis. Die Schläfengrube zwischen ihr, der Crista sagittalis und frontalis ist geräumig, vor allem lang und auch auf dem Schädeldach ziemlich tief, so daß ein kräftiges Muskelpolster Platz hatte; denn die Wölbung der Hirnschale tritt, entsprechend der Größe des Tieres, nur wenig hervor. Die Begrenzung der Schuppe des Temporale ist auf dem Schädel gut verfolgbar. Sie dehnt sich nach oben ungewöhnlich aus, berührt infolgedessen unter der Mitte der Sagittalcrista fast deren Wurzel, fällt nach hinten aber wieder stark ab, zu der Stelle, wo der Nackenkamm in die zum Temporale gehörende Crista temporalis übergeht.

Die wohlerhaltene Hinterseite des Schädels (Fig. 8) zeigt unter dem zugeschärften Rande des Nackenkammes eine niedrige, nach unten verschmälerte Occipitalschuppe. Fossae nuchales für den Ansatz des Nackenbandes sind reichlich entwickelt. In die obere Incisura intercondyloidea springen zwei halbkreisförmige, scharfe Ansätze vor. Rechts und links dringen, wie bei den verwandten Formen, tiefe Gruben unter das Blatt der Crista temporalis ein, nach unten in offenem Zusammenhang mit den geräumigen, wenn auch weniger tiefen Fossae condyloideae. Ich nenne sie Fossae exoccipitales. So stehen die breit ausladenden, über und unter einer sehr deutlichen Schrägkante abgeflachten Condyli occipitales ganz frei. Sie schneiden, von der Seite gesehen, etwa mit dem Nackenkamm in einer Vertikale ab. Ihre Gelenkfläche greift ventral auf das Basioccipitale vor. Rechts und links von dieser Erweiterung senken sich die einfachen, großen, ovalen, von unten noch oben sichtbaren Foramina condyloidea ein.

Das Basioccipitale ist nicht sehr breit, gerundet und nach vorn verjüngt. Unmittelbar vor der

unteren Incisura intercondyloidea trägt es nur Gruben, gegen das Vorderende rechts und links ovale Höckerflächen für den Ansatz des Kopfbeugers. Die Processus paroccipitales bilden vor den Fossae condyloideae unregelmäßige, dicke, fast quergestellte Blätter, die sich bald zu den beiderseits abgebrochenen, wohl nur mäßig langen, schräg nach hinten gerichteten eigentlichen Prozessen verjüngen. Nach innen und vorn von ihrer Wurzel, ein Stück vom Körper des Basioccipitale abgerückt, senkt sich das Foramen lacerum posterius unter eine wohlentwickelte, wenn auch nicht große Bulla tympanica. Sie trägt nach hinten einen derben Dorn, der bis an den Fuß des Processus paroccipitalis reicht und so das Foramen lacerum von dem sehr ansehnlichen, trichterförmigen Foramen stylomastoideum scheidet. Aus diesem steigt nach außen zunächst dem Processus paroccipitalis die dicke, aber zugeschärfte Knochenleiste des selbständigen Processus posttympanicus auf die Seitenwand des Schädels hinauf und zieht auf dieser verschmälert bis zur Crista temporalis senkrecht nach oben. Weiter nach vorn zieht sich von der Bulla ein dem Tympanicum angehöriger Streifen krauser Knochenlamellen nach außen-oben und umgibt in einer runden Erweiterung unter der Crista temporalis die äußere Ohröffnung. Es ist also ein erheblicher Zwischenraum zwischen dem Processus posttympanicus und postglenoideus, etwa wie bei *Tapirus*. Der Processus postglenoideus ist stark ausgebildet; er besitzt eine dicke, stumpfe, quer verbreiterte, ziemlich stark nach unten vorspringende Spitze. Die Fossa glenoidea ist daher von vorn nach hinten kräftig ausgehöhlt. In der Querrichtung erscheint sie flach und erweitert sich auf die seitlich kräftig ausladende Wurzel der weiterhin abgebrochenen Jochbögen. [Die massive Anlage dieser Gegend des Schädels wie auch sonst manche Züge der Schädelbasis, erinnern noch stark an den ganz carnivorenartig entwickelten, neulich durch Stehlin [1]) beschriebenen schönen Schädel von *Mixtotherium cuspidatum* var. *Bruni* aus den Phosphoriten des Quercy.] Zwischen der Innenseite des Processus postglenoideus und der Bulla senkt sich ein schmales Foramen postglenoideum ein.

Vor den Bullae sind alle zarteren Ansätze des Schädels — Pterygoidea, Processus pterygoidei etc. — zertrümmert und die massivere Grundlage wenigstens verdrückt. So ist auch das Basisphenoideum, ein glatter, runder, nach vorn verjüngter Knochenstab, vom Basioccipitale losgebrochen und gewaltsam nach oben eingetrieben. Von der Flügelregion der Sphenoide erwähne ich nur das deutliche Foramen lacerum anterius (= medium der englisch schreibenden Autoren) vor der Bulla und, durch ein schmales Knochenblatt abgetrennt, vor ihm ein Foramen ovale. Die Unterseite der Stirnplatte (Fig. 7) ist rechts zum Teil erhalten. Sie zeigt hinten an ihrer Wurzel den ziemlich weit innen liegenden Untereingang des Foramen supraorbitale.

2. Der größte der 3 Stuttgarter Schädel (Taf. II [XVIII], Fig. 2, 3), wie oben (S. 6 [158]) erwähnt, *B. Fraasi* zugehörend, ist zwar am vollständigsten erhalten, jedoch stark verdrückt, an vielen Stellen sehr defekt und infolge von Zersplitterung dann schwer analysierbar. Es empfahl sich daher nicht, mit ihm zu beginnen.

Die Oberseite zeigt in der hinteren Region nur einen starken, queren Nackenkamm, an den sich eine hohe Crista sagittalis anschließt, die freilich mehrfach eingebrochen ist. Nach vorn zu trug sie eine mediane Rinne. Ihre vorderen Gabeläste verlaufen kantig ziemlich weit auf die Processus postorbitales der Frontalia hinaus. Die Coronalnaht ist nicht deutlich, ebensowenig der genaue Umriß und die Modellierung der Frontalia. Die Supraorbitallöcher sind indes erkennbar. Sie liegen der Mediane

1) Schweiz. Eoc. 5. (1908). pag. 807 ff. Textfig. 124—128.

besonders nahe und setzen sich in kurze, aber ganz deutliche Sulci supraorbitales fort, die sich gerade nach vorn richten.

Vergleichsweise gut und vollständig erhalten und dabei sehr charakteristisch sind die Nasalia. Sie greifen hinten tief zwischen die Frontalia ein, verbreiten sich dann stark, mit einer scharfen, augenscheinlich am ganzen übrigen Nasenrücken fast gerade nach vorn ziehenden Kante. Nach vorn wird der so scharf begrenzte, abgeflachte Nasenrücken wieder etwas breiter. Suturen gegen Maxillaria oder vorn sich einschiebende Praemaxillaria sind freilich auch an dem zum Teil erhaltenen senkrechten Seitenabfall des Nasenrohres nicht festzustellen.

Die etwas verdrückte Hinterseite des Schädels erinnert ganz an No. 1, nur sind die Maße bedeutender, das Foramen magnum dorsal auch vergleichsweise breiter. Die Condylen haben ähnliche Form und Stellung.

Die Unterseite des Hirnschädels zeigt ein wenig erfreuliches Bild. Nur der massive Knochenstab des Basioccipitale, Basisphenoids und Präsphenoids ist fast unverdrückt und unverletzt erhalten. Außerdem ist noch ziemlich deutlich, daß die Bullae tympanicae wohl noch kleiner waren, als bei No. 1. Von der glenoiden Gelenkfläche sind nur Bruchteile zu erkennen. Sie scheint noch stärker ausgehöhlt gewesen zu sein, als bei jenem, etwa entsprechend *B. brachyrhynchus* bei Scott. Der Processus postglenoideus war jedoch längst nicht so massiv, wie bei No. 1.

Ausgezeichnet ist der große Schädel dann durch die fast vollständige, wenn auch etwas verdrückte Ventralseite des Gesichtsschädels. Hier ist z. B. die Horizontalplatte der Palatina fast ganz erhalten. Ihr Hinterrand liegt 34 mm hinter dem Ende der Zahnreihe, im Verhältnis zur Distanz vom Foramen magnum wesentlich weiter zurück, als bei *Ancodon americanus*, dessen Schädel Scott von unten darstellt. Der Hinterrand des Gaumens ist links (in der Abbildung rechts) der Mediane intakt. Nur an der Sagittalnaht selbst ist eine einfache oder doppelte Spitze weggebrochen. Nach vorn ist die Begrenzung der Palatina wenigstens leidlich deutlich. Sie springen in Form eines breiten Löffels bis etwa zum Vorderrand des M^1 zwischen die Maxillaria vor. Die Breite des Gaumens ist hier durch Verdrückung reduziert, so daß die Molarreihen etwas zu nahe gerückt sind. Immerhin war ihre Distanz auch ursprünglich wohl etwas geringer, als die der Prämolaren. Zwischen ihnen ist die Gaumenfläche ziemlich horizontal. Die Foramina palatina liegen weit vorn, neben der Fuge zwischen P^3 und P^4, und sehr nahe der Zahnreihe. Von ihnen gehen bei diesem Exemplar ziemlich tiefe und bis zum P^1 scharf begrenzte, dann als unbestimmte Depressionen noch weiter verfolgbare Sulci palatini parallel den Zahnreihen gerade nach vorn.

Etwas mehr als 2 cm vor der Verbindungslinie der Vorderenden der Molarenreihe sind die hier recht dünnen Maxillaria breit ausgebrochen. Es ist nicht festzustellen, ob in der Mitte dieser Bucht schon die Foramina incisiva beginnen, wie man nach den Verhältnissen bei verwandten Formen schließen könnte. Jedenfalls ist von den meisten derselben die breite, flache Form der Schnauze unseres Schädels recht bemerkenswert verschieden. Der rechts erhaltene, sehr kleine Canin ist allerdings gegenwärtig durch Verdrückung noch besonders nach außen verschoben; er stand aber (s. oben S. 11 [163]) auch von Haus aus so weit seitlich, daß man sich nur schwer vorstellt, wie der Bogen der Incisivi ausgesehen haben mag. Sie waren vermutlich nicht sehr kräftig entwickelt. [Sollten die Prämaxillen vielleicht eine breite mediane Lücke besessen haben, wie am Schädel von *Dacrytherium ovinum* aus den

Phosphoriten des Quercy nach Filhols Darstellung[1])? Daß die jedenfalls sehr zart gebauten Prämaxillen nach Wiederkäuerart völlig zahnlos gewesen seien, ist doch wohl nicht anzunehmen.

Von den Seitenteilen des Gesichtsschädels ist an der rechten, in Fig. 3 abgebildeten Seite einiges erhalten und trotz starker Verdrückung ausreichend zu erkennen. Es fällt zunächst die fast gerade nach hinten weisende, wenig von der Achsenrichtung des Schädels divergierende Lage des Jochbogens auf. Ueber dem M^3 quert ihn, wie bei modernen Suiden, die Naht zwischen Maxillare und Jugale. Ein Postorbitalfortsatz ist etwa ebenso deutlich, wie bei *Br. brachyrhynchus* bei Scott. Ein Stück dahinter legt sich, ebenfalls ähnlich Suiden, ein schmaler Rest der vorderen Spitze des Processus zygomaticus des Squamosum dem Jugale auf.

Ganz auffallend ist die Wangenfläche des Maxillare entwickelt. An Stelle der langen Masseterleiste der *Ancodon* und der sonstigen *Brachyodus*, die noch bei letzteren bis über die Prämolarenreihe vorstößt [vgl. Scott[2]) t. 23 f. 1 und die Rekonstruktion bei Depéret, Tárrega. pag. 10], endigt hier das Zygoma, auf dem eine eigentliche Massetercrista nur angedeutet ist, zunächst in einem etwas knorrig vorspringenden Tuber malare bereits über dem Hinterrande des M^2, und zwar entsprechend dem brachyodonten Charakter der Tiere sehr tief. (Ob die Knochenleiste des Zygoma vor dem Tuber malare sich wenigstens abgeschwächt, in Erinnerung an die verwandten Formen, noch fortsetzt, ist infolge der Verdrückung undeutlich.) Jetzt liegt infolge der Verdrückung das Tuber malare der Zahnreihe noch ein wenig mehr genähert; es handelt sich aber, wie ganz deutlich zu sehen ist, nur um wenige Millimeter. Es beginnt nun unmittelbar vor und unter dem Tuber malare ein mächtiger Eindruck der Wangenfläche, ganz ähnlich, nur etwas niedriger (zum Teil infolge der Zusammendrückung), wie bei dem bekannten *Dacrytherium ovinum*, wenn auch, wie es scheint, ohne die bei *Dacrytherium* übliche scharfe hintere Umrandung. Es ist ganz deutlich, daß die bis 21 mm medialwärts eindringende Grube, deren Wände bei der Präparation fast überall unverletzte, wenn auch von Rissen durchzogene Knochenwand ergaben, nicht etwa durch die geringe dorsoventrale Zusammendrückung der Wangenfläche entstanden ist. Sie übertrifft im Ausmaß weit die von Stehlin[3]) abgebildete Präorbitalgrube von *Dacrytherium elegans* der Phosphorite des Quercy, mit der sie auch nicht ganz gleiche Lage hat. Etwa über dem P^1 scheint sie sich, nach vorn flacher werdend, mit der Umgebung auszugleichen. In ihrem Hintergrunde, vor und unter dem Tuber malare, scheint tief eingesenkt das Foramen infraorbitale zu münden, wenn es sich auch nicht einwandsfrei präparieren ließ.

Fig. 1. Schädel von *Brachyodus Fraasi* M. S., Brit. Mus. (Nat. Hist.) M 10186. $^1/_4$ nat. Gr.

2a. Schädel im British Museum (M 10186), (Taf. II [XVIII], Fig. 1, Textfig. 1).

Der wegen seiner ausgezeichnet erhaltenen Molarenreihen schon erwähnte ganze Schädel von *B. Fraasi* im Brit. Mus. ist von dem eben beschriebenen nur unwesentlich verschieden, soweit er vergleichbar ist. Denn auch er ist stark verdrückt und mußte vielfach restauriert werden.

1) Quercy. 1877. t. 18 f. 311 u. 313.
2) Struct. a. Relat.
3) Schweiz. Eoc. pag. 894. f. 157.

Doch zeigt vor allem seine Unterseite viele Einzelheiten in ausreichender Erhaltung und bietet mehrfache Ergänzungen zu dem Stuttgarter Stück. Ich spreche Herrn Dr. Andrews hier noch meinen besonderen Dank aus dafür, daß er die Freundlichkeit hatte, mir das Stück in London zur Mitbenutzung zugänglich zu machen und mir die beiden trefflichen, auf Taf. II [XVIII] und vorstehend wiedergegebenen Photographien davon herstellen zu lassen.

Die etwas verdrückte Hinterseite zeigt rechts die Fossa exoccipitalis (s. oben S. 20 [172]) als tiefe Unterhöhlung der Crista temporalis freigelegt.

Auf der Unterseite des Hirnschädels ist auch hier rechts und links vom Basioccipitale und Basisphenoid alles mehr oder weniger verdrückt. Aber es ist doch deutlich, daß nur kleine Bullae tympanicae vorhanden waren. Das Tympanicum verbreitert sich dagegen hier hinter dem Processus postglenoideus deutlich nach außen und oben und umgibt unter der Kante der Crista temporalis die trichterförmige Ohröffnung als ein breiter, gefiefter Wulst. Der Processus postglenoideus ist ein von vorn nach hinten abgeflachter Kegel. Er erhebt sich ziemlich hoch über die breite Glenoidalfläche, die nach außen auf der rechten Seite mit dem Processus zygomaticus gut erhalten ist. Dieser wendet sich, nach unten kantig abgeflacht, gerade nach vorn (im Stück nach unten verdrückt). Ein beträchtliches Stück des Jugale ist dagegen in situ erhalten, im ungestörten Zusammenhang mit dem Processus zygomaticus des Maxillare. Ein Tuber malare, an dem die Massetercrista endigt, ist auch hier über dem Hinterende des M^2 entwickelt. Vor ihm verläuft die Oberfläche des Maxillare (bei dem Stuttgarter Stück verdrückt) zunächst ziemlich gerade nach vorn. Auf der linken Seite ist zu sehen, wie sie dann sich allmählich zu dem schmalen Nasenrohr heranbiegt. Nach unten springt das Maxillare gesimsartig über die hier (links) ganz deutliche Präorbitalgrube vor.

3. Der kleinste der 3 Stuttgarter Schädel (Taf. I [XVII], Fig. 2—5) ist wesentlich vollständiger, als No. 1. Vor allem liegt die Hirnschädelpartie ganz vor und ist im allgemeinen unverdrückt. Die Einzelheiten sind freilich hier und da schadhaft, und mehrfach sind kleine, in den Deckblättern der Tafeln durch vertikale Schraffur angegebene Ergänzungen vorgenommen.

Auffallend ist auf der Oberseite vor allem die starke, selbständige Wölbung der Hirnschale. Die Crista sagittalis, die weder sehr hoch, noch so massiv ist, wie bei No. 1, setzt sich ziemlich unvermittelt auf. Der Nackenkamm ist defekt; er kann indes kaum sehr breit gewesen sein und ging wohl ohne Absatz in die dünne, scharfe Crista temporalis über. An der Seitenwölbung der Hirnschale beteiligen sich die Parietalia in viel stärkerem Umfang, als bei No. 1. Die Schläfengrube ersetzt, was ihr durch die vortretende Wölbung der Hirnschale an Muskelraum verloren geht, durch Ausweitung der Grube medialwärts von der blattförmig aufgerichteten Wurzel des Processus zygomaticus des Temporale. Auch hebt sich an ihrem Vorderrande die ähnlich wie bei No. 1 beginnende Crista frontalis mit scharfem Rand um mehrere Millimeter heraus und verläuft stark gebogen, zuletzt quer zur Sagittale gerichtet, unvermindert fast bis zur Spitze des Processus postorbitalis des Frontale. Dieses ladet nicht ganz so breit aus, wie bei No. 1, vor allem auch, weil die hier spitzen Postorbitalfortsätze anders zugeschnitten sind. Sie haken entschieden nach hinten zurück und geben so der Schläfengrube vorn eine ganz andere, den Stücken von Amerika und Tárrega mehr entsprechende Begrenzung. Auch rollt sich ihr Rand viel stärker nach unten-hinten ein. Die Stirnfläche ist, ähnlich *B. brachyrhynchus* bei Scott, an der Coronalnaht gewölbt, weiter vorn, zwischen den Orbiten, flach eingemuldet. Die Foramina supraorbitalia liegen ähnlich wie bei No. 1, münden aber in stark konvergente, breite, wenn auch bald weniger deutlich werdende Stirnfurchen.

Die occipitale Schuppe erscheint noch niedriger, als bei No. 1, ist indes, ebenso wie der Nackenkamm, stark lädiert und wohl auch dorsoventral verdrückt. Die Fossae exoccipitales (s. oben S. 20 [172]) sind, wie es scheint, hier nicht tiefer, als die Fossae condyloideae. Die Condylen sind denen von No. 1 ähnlich, doch hinten-oben noch etwas blattförmig erweitert, so daß ihre Seiten ein Stück weit parallel erscheinen.

Auf der Ventralfläche des Schädels ist der sich elegant verjüngende mittlere Knochenstab der Basis cranii ganz erhalten, wenn auch nicht unverdrückt und unverletzt. Die Grenzen seiner drei Komponenten zeigt die Abbildung, vorn unverhüllt von irgendwelchen Spuren eines Vomer.

Bestimmend für den Habitus des Restes der Unterseite sind die enorm großen Bullae tympanicae. Sie haben Eiform und divergieren nach hinten stark, so daß die sich an sie anschmiegenden hinteren gerissenen Löcher besonders weit von der Sagittalen abrücken. Die vermutlich dünn gewesene ventrale Decke der Bullae fehlt beiderseits. Dafür hat sich ihre kraniale Wand ohne Verletzungen mit großer Sauberkeit präparieren lassen. Es würde indes zu weit führen, wollte ich im Rahmen dieser Studie auf diese Dinge von ganz speziellem Interesse näher eingehen.

Die mächtig entwickelte Bulla drängt nun alle umgebenden Teile des Kopfskelettes zur Seite. So erscheint das auch hier allein erhaltene basale Blatt des Processus paroccipitalis stark verschmächtigt, ebenso wie das bei No. 1 so geräumige Foramen stylomastoideum stark eingeengt und zur Hälfte verdeckt ist. Auch der sonst No. 1 entsprechende Processus posttympanicus ist etwas verschmächtigt. Dagegen ist die Knochenverbindung der Bulla mit der tief liegenden äußeren Ohröffnung besonders breit und massiv. Der Processus postglenoideus ist durch Brüche entstellt, war jedoch sichtlich sehr gering entwickelt, vor allem im Vergleich mit No. 1. Er lehnt sich ganz der Bulla an. Medialwärts hinter ihm liegt das spaltförmige Foramen postglenoideum. An der Gelenkfläche für den Unterkiefer beteiligt sich der Processus postglenoideus nur ganz innen. Diese Gelenkfläche ist nicht konkav, sondern sogar etwas gewölbt, wie bei manchen Ruminantiern. Nach außen setzt sie sich in eine ventrale Abflachung des Processus zygomaticus des Temporale fort, der, wie wir sahen, dorsal schneidend scharf aufragt, aber ziemlich breit seitwärts auslädt, ehe er nach vorn umbiegt.

Auch nach vorn dehnt sich die Bulla tympanica ungewöhnlich aus. Wenigstens überzieht ein glattes Knochenblatt, von ihr herkommend und rechts und links neben dem Basisphenoid durch den Canalis Vidianus gefurcht, die Gegend des Foramen lacerum anterius bis zum zertrümmerten Ansatz der Pterygoidea. Ein deutliches Foramen ovale führt von der Seite unter diese Decklamelle hinein. Die weiter vorn liegenden Oeffnungen sind bei dem mangelhaften Erhaltungszustande dieser Schädelregion unsicher, so daß ich eine Deutung nicht versuchen möchte.

Gut erhalten ist dann wieder weiter auswärts die sogenannte untere Schläfengrube. Sie ist durch eine stark vorspringende, rauhe Crista infratemporalis von der großen oberen Schläfengrube getrennt. Vom pyramidenförmig aufragenden Vorderende dieser Crista steigt dann, dicht unter einem weit herabhängenden Zipfel des Parietale vorbei und unter ihrem Rande ein Foramen ethmoideum bergend, eine stark ausgebildete Crista orbitotemporalis zur Wurzel des Processus postorbitalis des Stirnbeines auf. Nahe vor ihrem oberen Ende liegt das innere Foramen supraorbitale.

Nach diesen Beschreibungen handelt es sich bei den vorliegenden Schädeln um zwei Typen, einerseits die 3 großen Exemplare unter 1, 2 und 2 a, anderseits den letztbeschriebenen unter 3. Es besteht guter Grund für die Annahme, daß auch dieser letztere zu einem der in unserem Material reichlicher vertretenen Anthracotheriiden gehört (s. unten Anm. 2 auf S. 26 [178]). Dann kann es sich nur

um die beiden kleineren Formen *B. rugulosus* und *parvus* handeln. Ich entscheide mich für die letztere Art, speziell für eine kleinere Form derselben. Der Schädel, der die Merkmale eines ausgewachsenen Tieres zur Schau trägt, wohl eines Weibchens, wegen der völlig ausmodellierten, aber schwächlichen Sagittalcrista, ist zunächst für *B. rugulosus* zu klein. Daß dieses Urteil nach dem Größenmaß nicht irreführt, zeigt das Folgende. *B. rugulosus* ist mit großer Wahrscheinlichkeit als eine dritte, etwas abweichende Art der Gruppe *Bothriogenys* aufzufassen, vor allem der gleich zu besprechenden Unterkieferbezahnung nach. Wenigstens steht er den beiden großen Formen sehr nahe. Dann muß aber auch der Schädel wenigstens in den Hauptzügen dem der beiden großen Formen sich mehr annähern, als es bei dem unter 3 beschriebenen Stück der Fall ist. Tatsächlich unterscheidet sich dieses, wie wir sahen, in vielen Punkten von den großen Schädeln. Diese Differenzen haben zwar nicht alle gleiche taxonomische Bedeutung. So möchte ich auf die so viel stärkere Ausbildung der Bulla tympanica und alle Verschiebungen in der Topographie der Schädelunterseite, die sie im Gefolge hat, kein besonderes Gewicht legen, angesichts der bedeutenden Differenzen, die innerhalb der Gattung *Oreodon*, also in einigermaßen naher Verwandtschaft, gerade in dieser Region beobachtet wurden [1]). Der ganz abweichende Zuschnitt der postorbitalen Ecken des Schädeldaches ist schon auffallender. Vor allem wichtig scheint mir der Unterschied im Bau des Kiefergelenkes. Dieses nähert sich bei dem kleinen Schädel viel mehr dem Typus moderner Wiederkäuer [2]), bei *Bothriogenys* finden wir dagegen das solide Scharnier, wie es der Schädel von *Brachyodus brachyrhynchus* bei Scott [3]) zeigt und wie es unter altertümlichen Paarhufern verbreitet ist, wohl in Erinnerung an Creodonten-ähnliche Ahnen. Hier zeigen sich also an unseren Schädeln wohlbeachtenswerte Unterschiede der Mastikation und Lebensweise angedeutet, und der schon besprochene Unterschied zwischen den ziemlich niedrigen, massiven Molaren von *Bothriogenys* und den feiner und schärfer modellierten, höheren Zahnkronen von *Brachyodus parvus* läßt wohl eine analoge Deutung zu.

Ich glaube also dem bis jetzt vorliegenden Material am besten Rechnung zu tragen, wenn ich den kleinen Schädel No. 3 zu *B. parvus* zähle, und zwar, wenn innerhalb dieser „Art“ eine weitere Teilung noch nötig werden sollte, zu der kleineren Form derselben.

C. Unterkiefer.

Das mir vorliegende Unterkiefermaterial ist zwar ziemlich reichlich, aber zu einem großen Teile in keinem besonders günstigen Zustande. Immerhin gestattet es, eine erhebliche Anzahl der Fundstücke mit den in der Oberkieferbezahnung unterscheidbaren Typen in sichere Beziehung zu setzen. Sogar die Unterscheidung von Zahnreihen schwacher *B. Gorringei* und besonders starker *B. rugulosus*, die anfangs Schwierigkeiten machte, hat sich mit ausreichender Sicherheit durchführen lassen.

B. Gorringei Andr. sp.

Es empfiehlt sich, bei der Beschreibung der Mandibel und ihrer Bezahnung von dieser am besten vertretenen Form auszugehen.

1) Vgl. Osborn and Wortman, Foss. Mammals. pag. 217. f. 5.

2) Dieser Bau des Kiefergelenkes schließt wohl auch die Möglichkeit aus, daß der Schädel No. 3 etwa zu dem schon erwähnten Anoplotheriiden (s. unten Abschnitt Anoplotheriidae) mit seinen plump geformten, niedrigen, fast bunodonten Molarhügeln gehören könnte, zu dem er in der Größe sonst auch etwa paßt.

3) Struct. a. Relat. t. 23 f. 1.

Kiefer, Form und Zahnstellung.

Das schöne, von ANDREWS abgebildete Unterkieferpaar von *B. Gorringei* stellt nach allem, was ich gesehen habe, ein Extrem der Entwicklung dar. Keines der mir sonst vorliegenden Stücke besitzt eine so verlängerte Schnauzenform mit so starker Ausbildung der Diastemen und so flach liegender, nach vorn gestreckter Symphysalpartie. Der geschlossene Teil der Zahnreihe von P_2 bis M_3 ist mit 124 mm nicht viel länger, als der davor liegende, sich allmählich verjüngende Teil der Kiefer von 107 mm.

Dieses Verhältnis ist bei dem schwächsten, in meinen Händen befindlichen Exemplar (Taf. IV [XX], Fig. 9) stark verschoben. Zwar ist die Länge der geschlossenen Zahnreihe nur wenig geringer, als bei jenem (109 mm), aber der bis zur Alveole des I_1 erhaltene Vorderabschnitt des Kiefers mißt nur 50 mm gegenüber 94 bei dem Londoner Stück. Trotzdem ist der für *B. Gorringei* charakteristische Zug, daß die beiden Hauptdiastemen, vor und hinter dem einwurzeligen P_1, etwa gleich lang sind, auch bei diesem Exemplar gewahrt; nur ist ihre Länge von 20 resp. 21 mm bei dem Typusexemplar auf kaum 8 resp. 10 mm bei dem kleinen, übrigens erwachsenen und schon ziemlich abgekauten Stück gesunken.

Es handelt sich hier jedenfalls um Sexualdifferenzen. Schon FILHOL bezeichnete es als wahrscheinlich[1]), daß sein *Ancodon leptorhynchus* mit enorm verlängerter Schnauze (s. unten Textabbildung 22; die den oben angegebenen Zahlen entsprechenden sind bei ihm 125 zu mehr als 210 mm!) das Männchen zu *Ancodon Aymardi* (99 zu etwa 93 mm) als Weibchen darstellt. DEPÉRET stellte dann bei dem spanischen *Bunobrachyodus Cluai*, dem ja in der Bezahnung unsere *Bothryogenys*-Arten vergleichsweise nahestehen, ein ganz analoges Verhalten fest, das FILHOLS Ansicht durchaus bestätigt. Hier ist bei dem auf t. 3[2]) abgebildeten vollständigen Oberkiefer eines starken ♂ die geschlossene Zahnreihe P^2—M^3 genau so lang, wie das aufgelöste Stück davor bis zum Rande der Alveole des I^1. Die dazugehörigen Unterkiefer, die er ebenfalls abbildet, zeigen ein entsprechendes Verhältnis. Bei dem erwachsenen ♀ dagegen, das er auf t. 1 darstellt, sind die beiden Zahlen an der Mandibel 98 zu 50 mm. Es ist in beiden Fällen zu beachten, daß das ♀ zwar kürzere Schnauze mit viel engeren Diastemen besitzt, aber gelegentlich, besonders wohl bei starken Exemplaren, zwischen P_2 und P_3 noch eine merkliche Barre eingeschaltet ist, die beim ♂ nur angedeutet ist.

Wir sind nach diesem Verhalten der verwandten Formen zunächst jedenfalls berechtigt, das für das Fajum-Material ganz übertrieben langschnauzige Londoner Stück als starkes, altes ♂ von *B. Gorringei* anzusprechen, das in Taf. IV [XX], Fig. 9 abgebildete als schwaches, wenn auch erwachsenes ♀. Die übrigen Stücke liegen nach Stärke der Bezahnung und Ausbildung des Kieferknochens zwischen beiden Extremen. Es muß nur auffallen, daß mehrere Exemplare, die dem Londoner Stück an Stärke der Zähne wesentlich nachstehen, es doch in der Höhe des Kieferknochens, vor allem weiter vorn, nicht wenig übertreffen, wenn auch diese Kiefer, besonders am Unterrande, viel weniger massiv sind. Diese Stücke, wie z. B. das in Taf. IV [XX], Fig. 4 dargestellte, besitzen ein deutliches Diastema zwischen P_2 und P_3, es scheint sich also dabei lediglich um weibliche Tiere zu handeln. Jedenfalls liegt nach dem Charakter der zum Teil gut erhaltenen Gebisse noch kein Grund vor, etwa Artunterschiede in diesen Differenzen zu vermuten. Man muß also annehmen, daß die Mandibel der Männchen von *B. Gorringei* zwar viel massiver, aber vor allem in der Vorderregion wesent-

1) Ronzon. pag. 189.
2) Tárrega.

lich niedriger waren, als die der Weibchen, wohl im Zusammenhange mit der Streckung der Schnauze.

Ein ebenfalls ziemlich hohes Kieferbruchstück des Baseler Museums (Taf. IV [XX], Fig. 1)[1]) überrascht durch eine nicht weniger als 15 mm messende Barre zwischen P_2 und P_3. Man darf es wohl als ein besonders starkes ♀ in Anspruch nehmen, dessen Schnauze sich stärker nach Art der Männchen streckte, als sonst üblich, und dabei das beim ♀ so schon vergleichsweise bedeutend entwickelte letzte Diastem so abnorm in die Länge zog.

Es bestätigt sich nun die Arteinheit der hier zusammengefaßten Formen noch durch ein recht wesentliches, allen diesen Stücken gemeinsames Material. Das Foramen mentale liegt bei ihnen hinter der Mitte des einwurzeligen P_1, noch etwas weiter hinten, aber immer vor dem P_2, folgt der Hinterrand der Symphyse. Ein zweiter Eingang in den Alveolarkanal liegt fast genau unter der Mitte des P_3, wo er auch von Filhol in dem schönen Zahnwechselpräparat von *Ancodon leptorhynchus*[2]) gezeichnet ist. Die Darstellung des Unterkiefers von *B. Gorringei* bei Andrews läßt diese beiden Oeffnungen fort, aber an dem mir vorliegenden Gipsabguß glaube ich sie im angegebenen Lageverhältnis angedeutet zu erkennen[3]).

Die Neigung und Länge der Symphyse wechselt stark. Das Extrem der Flachheit zeigt das Londoner Originalstück bei 88 mm Länge; nur 53 mm Länge und die in der Figur deutliche, schon ziemlich starke Aufbiegung zeigt das schwächste ♀. Jedenfalls wich die Stellung und Neigung der Schneidezähne in den beiden Extremen nicht wenig voneinander ab. Immer ist das Hinterende der Symphyse in einen kräftigen, stumpfen Dorn verlängert.

Molaren.

Von den unteren Molaren von *B. Gorringei* hat Andrews, dessen Typenexemplar (Brit. Mus. C 8629) mir im Gipsabguß vorliegt, eine zur Unterscheidung von den nicht-ägyptischen Verwandten ausreichende Beschreibung gegeben. Die dort angegebenen Kennzeichen reichen aber nicht aus zur Trennung aller jetzt bekannten, im Fajum vorkommenden Arten voneinander. Will man den Versuch machen, diese in den oberen Molaren, wie wir sahen, mit ausreichender Sicherheit trennbaren Formen auch in dem auf den ersten Blick viel homogener erscheinenden Unterkiefermaterial nach den Zähnen zu scheiden, so muß auf weitere Merkmale Rücksicht genommen werden, die sie zeigen. Nur sind nach Möglichkeit individuelle Differenzen der Fundstücke auszuschalten, was mir vielleicht noch nicht immer geglückt ist. Wo es sich nur um vereinzelte Exemplare handelt, ist jedenfalls eine endgültige Entscheidung über den systematischen Wert mancher Charaktere vorerst nicht möglich und bleibt späteren Ergänzungen vorbehalten.

Ich lege eine ausgezeichnet erhaltene Molarenreihe der Stuttgarter Sammlung (Taf. III [XIX], Fig. 23—25) zugrunde.

1) Herr Prof. Dr. Stehlin hatte die große Freundlichkeit, mir das Stück mit mehreren anderen gut erhaltenen Unterkiefern zur Benutzung zuzusenden, wofür ich ihm auch an dieser Stelle verbindlichst danke.

2) Ronzon. f. 103.

3) An dem wohlerhaltenen Mandibelbruchstück, auf das Andrews (mit Blanckenhorn) den *Brachyodus africanus* des Miocäns von Moghara begründet, ist der hintere Eingang in den Alveolarkanal dargestellt (Geol. Mag. 1899. t. 23). Das eigentliche Foramen mentale wird auch hier vor dem P_1 gelegen haben, ganz ähnlich wie bei Depéret's Abbildung des schönen Eggenburger Mandibelstückes (Eggenb. t 1 f. 1). Dieser spezifische Unterschied der beiden Formen ist also jedenfalls illusorisch, und damit erledigt sich auch Romans spätere Notiz (Néog. cont. pag. 49 unten).

M_3

Taf. III [XIX], Fig. 23—25; Textabbildung 17a.

Der letzte Molar des Stückes ist ganz frisch und unbenutzt. Er eignet sich daher besonders gut zu einer genaueren, einführenden Beschreibung.

Am Hinterende hebt sich der M_3 selbst noch in den Kiefern alter Tiere mit stark abgekauten Zähnen etwas heraus, so daß die Kaufläche der ganzen Reihe konkav ansteigt; besonders stark ist es bei dem vorliegenden Stück der Fall.

Im Grundriß ist der Querdurchmesser der beiden hierin genau gleichen Hauptabschnitte des Zahnes größer als seine halbe Länge. (An dem, wie wir schon sahen, besonders starken Londoner Original sind die Schlußmolaren vergleichsweise noch breiter.)

Das Cingulum ist vorn sehr gut entwickelt und springt mit scharfem Rande vor. Gegen die Innenseite, wo es fehlt, schließt es dort unvermittelt mit kurzer Aufbiegung ab. Innen findet sich an seiner Stelle nur eine stumpfe, etwas wulstige Kante, über der sich die Krone nach oben verjüngt. Auf der Außenseite ist das Basalband vorn und vor dem Ausgange der Quertäler kräftig entwickelt, erlischt dagegen auf den Wölbungen der Außenhügel mehr oder weniger. In die tiefe Kerbe vor dem dritten Zahnteil zieht es angedrückt mit hinein, steigt sogar in dem Tal als körnige Kante hinauf. Am kurz umbiegenden Hinterende des Zahnes fehlt es wieder.

Von der Krone ist bekannt die ziemlich brachyodonte Form der Hügel. Die inneren bilden scharf geschnittene Pyramiden, die äußeren plumpe, von der Krümmung abgesehen, sich mit etwa 80° öffnende Halbmonde, deren Konkavseiten durch kielartige Anschwellungen ein wenig verstärkt sind. Die innere Pyramide des Vorderabschnittes ist vierkantig. Ihre beiden inneren, medialen Kanten sind scharf und, wie auch sämtliche Kanten der Außenhalbmonde, in der Mitte etwas flügelartig erweitert. Von den beiden äußeren endet die vordere ohne Anschluß und läßt Platz für freien Eingang zum Längstale. Die vordere Kante des vorderen Außenhalbmondes umwallt nach vorn diese Querkommunikation wie eine höhere Etage des Cingulum und verschmilzt erst weit innen, über dem Ende des Cingulum, mit der vorderen Innenkante der Innenpyramide. Nach hinten ist das Längstal des Vorderabschnittes, wie überhaupt fast alle Längstalstücke dieser Molaren, auffallend hoch abgeschlossen durch die hintere Innenkante der Innenpyramide, die quer mit der hinteren Kante des entsprechenden Außenhalbmondes zusammenläuft. Darin liegt ein beachtenswerter Unterschied gegen *Ancodon*, bei dem sich schon an ganz frischen Molaren die Längstalstücke auch hinten recht tief öffnen. Das Längstal des zweiten Abschnittes des Zahnes ist als Ausnahme bei dieser Art nach hinten vergleichsweise tief geöffnet[1]). Nach vorn ist es bei den *Ancodon*-Verwandten, wie bekannt, gut abgeschlossen, und zwar durch eine Kante, die, wie Andrews mit Recht betont, schon oben an der Spitze des hinteren Außenhalbmondes von dessen vorderer Kante abzweigt, um sich mit der vorderen Innenkante der Innenpyramide zu verbinden. Die Abzweigung an der Außenspitze hat so die Gestalt eines geschwungenen V, während sie bei den verwandten Formen tiefer und weiter vorn auftritt, so daß die Figur eines Y entsteht. Die Schärfe dieser Unterscheidung verwischt sich allerdings bald durch die Abkauung. Die Hauptvorderkante des Außenhalbmondes zieht dann, wie bei *Ancodon*, das Quertal etwas blockierend, zum Vorderabschnitt, an den sie gerade vor dem Längstal anschmilzt, nicht weiter innen, wie bei *Brachyodus* s. str. und noch mehr bei *Ancodon*. Dieses wichtige Merkmal hält der Abkauung besser stand.

1) In der Textabbildung 17a etwas übertrieben geöffnet dargestellt.

Der Schlußabschnitt des Zahnes, das Talonid, ist selbst an seinem Ansatz wenig mehr als halb so breit, wie die Vorderabschnitte, aber ziemlich hoch, so daß seine Spitze, ähnlich *Brachyodus*, sich in das Niveau der übrigen Spitzen einreiht, nicht stark zurückbleibt, wie bei *Ancodon*. Er ist nicht so entschieden nach außen umgelegt, wie bei *Ancodon*. Der Innenraum ist aber schmal und gegen die Ansatzstelle durch unregelmäßige Querleisten abgekammert, während der Innenrand eine Anschwellung und Ausbeulung trägt, wie eine rudimentäre Knospe eines Innenhügels (vgl. *Dacrytherium*!).

Die Schmelzskulptur ist mäßig fein, körnig-runzelig. Sie bedeckt den Zahn lückenlos bis auf die Spitzen. Am Basalbande, besonders in den Ausgängen der Quertäler, wird sie gröber körnig und zackig. Perikymatien sind nicht überall deutlich.

M_2 und M_1.

Die beiden vorderen Molaren zeigen, wie gewöhnlich, bei abnehmender Größe alle Eigentümlichkeiten der Hauptabschnitte des M_3. Vor allem ist die V-förmige Gabelung der Vorderkante des hinteren Außenhügels im frischen Zustande ganz wie bei jenem vorhanden, wenn sie auch durch die stärkere Abkauung, entsprechend der Wachstumsfolge der Zähne, eher, und bei den zierlicheren Verhältnissen überhaupt auch leichter undeutlich wird. Die Art der Anheftung des vorderen der Gabelarme ist auch hier charakteristisch, gerade vor der Mitte des Vorderabschnittes. Die flügelartigen Kanten der Innenpyramiden sind fast noch besser ausgebildet, als am M_3. Im Grundriß fällt es auf, daß bei beiden der zweite Abschnitt meist deutlich breiter ist, als der erste. Ferner ist das Basalband ein wenig geringer entwickelt, wenigstens vorn, wo es auch etwas schief von außen nach innen aufsteigt. Dafür erhebt es sich im frischen Zustande am Hinterrande des M_1 (bei M_2 konnte ich den Fall nicht beobachten) dreieckig, wie ein selbständiges Mesokonid (s. Taf. III [XIX], Fig. 39). Dieser scharfe Vorsprung wird indes bald durch Abkauung erheblich reduziert, nach hinten auch ein wenig durch Berührungsusur an dem später nachkommenden M_2.

Der Hauptunterschied zwischen M_1 und M_2 liegt in der viel größeren Schlankheit des Grundrisses des ersteren, an der dieser Zahn auch isoliert zu erkennen ist.

Prämolaren.

Es stand mir eine ziemlich große Anzahl von Prämolarenserien von *B. Gorringei* zur Verfügung, doch waren sie sämtlich unvollständig bis auf einen schönen, linken Unterkieferast des Basler Museums (Taf. IV [XX], Fig. 2) mit P_1—M_3, davon die Prämolaren in zufriedenstellender Erhaltung.

P_2—P_4.

Von den 3 hinteren Prämolaren ist reichliches, zum Teil vorzüglich konserviertes Material vorhanden. Sie sind, analog den P^2—P^4 im Oberkiefer, etwa nach demselben Typus gebaut. So ist ihr Profil, nach Art so vieler primitiver Paarhufer, dreieckig mit einer hohen Hauptspitze und 2 Wurzeln. Der P_2 hat oft, so an dem oben erwähnten Basler Stück, fast die Form eines gleichseitigen Dreiecks, nur ist seine Spitze meist etwas nach vorn verschoben. Bei den beiden übrigen liegt die Spitze besser über der Mitte. Die Höhe der Zähne nimmt oft, wie auch bei altertümlichen Suiden, gleichmäßig nach vorn hin zu, ihre Länge in der Regel ebenso gleichmäßig nach hinten.

Alle 3 Zähne sind in der Hauptsache außen konvex, innen konkav gestaltet.

Ein Basalband ist schon auf der Außenseite wenigstens vorn und hinten deutlich abgesetzt; in der Mitte kann es fehlen oder ist wenigstens nur durch eine leichte Anschwellung angedeutet. Am Vorderende

wird es dann manchmal recht kräftig. Noch stärker tritt es aber am Hinterende der Zähne hervor, wo es vor allem im stärker abgekauten Zustand sich als deutliches Talonid absetzt.

Auf der Innenseite werden die Zähne oft einigermaßen kompliziert.

Zunächst treten sehr vielfach innen an den Kanten Knötchen und kurze, rippenförmige Stützen auf. Vor allem der sich stark nach innen umbiegende Vorderrand ist oft ganz von ihnen besetzt und wie abgestrebt. Auch das Cingulum spielt bei diesen Komplikationsvorgängen eine Rolle. Am Vorderrande tief liegend, steigt es im einfachsten Falle [1]) als scharfer, leistenartiger Rand schräg nach hinten auf. Der Hinterrand der Zähne teilt sich, meist schon von der Spitze an, sehr auffallend durch Abzweigen einer weit hinten liegenden Innenkante. Bis zu dieser steigt das Basalband an, um dann mit ihr vereinigt steil zu der talonidartigen Ausbreitung am Hinterende des Zahnes abzustürzen. Der Kulminationspunkt springt, oft über der halben Höhe der Krone, mehr oder weniger frei, als eine pyramidale Ecke vor. Sie erinnert durchaus an eine Hinterspitze und stimmt in der Lage mit dem Metakonid der Molaren mancher Kreodontier und auch Fissipedier [2]).

Meist ist das Bild aber wesentlich komplizierter. Am Vorderrande tritt — an den meisten Zähnen ganz unabhängig vom Cingulum — eine der erwähnten Stützleisten der Innenseite so selbständig hervor, daß sie ebenfalls wie eine Nebenspitze erscheint [Textabb. 2 [3])]. Tatsächlich entspricht, vor allem bei primitiven Carnivoren, die Lage des Parakonids durchaus dieser bei unseren Formen sich sozusagen vor unseren Augen entwickelnden vorderen Nebenspitze. Je stärker dann diese Vorderspitze und der hintere Nebengipfel am Cingulum, von dem oben die Rede war, sich herausheben, um so mehr wird der ursprüngliche, breit-konkave Innenraum des Zahnes eingeengt und zugleich grubenartig vertieft [Innengrube [4])]. Auch vor dem Parakonidhöcker senkt sich zwischen Vorderkante und Basal-

Fig. 2. Letzter unterer Prämolar von a *Brachyodus Fraasi* M. S., b *B. borbonicus* GERVAIS. Nat. Gr.

band eine kleine, unregelmäßige, auch durch Stützleisten geteilte Grube ein (Vorderrandgrube). Bedeutender, wenn auch ebenfalls manchmal geteilt, ist die von der Spitze zwischen Innen- und Hinterkante zum Talonid hinabsteigende, dort weit und tief werdende Grube (innere Talonidgrube). Der an unbekauten Zähnen scharfe, unten sich gelegentlich teilende Grat der Hinterkante trennt sie von einer korrespondierenden Depression auf der Außenseite des Zahnes (äußere Talonidgrube).

Die Entwicklung des Talonids und der Kanten und Gruben über ihm nimmt nun an den 3 Zähnen von vorn nach hinten deutlich zu. An dem schmal bleibenden P_2 sind Talonid und Talonidgruben nur angedeutet, am P_3 ist das Talonid noch nicht breiter, als die Mitte des Zahnes, wohl aber gewöhnlich am P_4, wo das Talonid unter besonders gut ausgeprägten Gruben nach hinten-außen stumpf-

1) Es soll damit nicht dieser einfachste Fall als der ursprünglichste hingestellt werden. Das Cingulum spezialisiert sich augenscheinlich gar nicht selbständig, sondern in Anlehnung an die sonstigen Komplikationen der Innenseite der Prämolaren als kompakter Sockel der neu auftretenden Vorsprünge. Diese würden auch entstehen an Prämolaren ohne Basalband. Hier war es vorhanden, das beweist der D_2, der vorderste Milchmolar (s. unten S. 46 [198]), und verquickt sich nun so innig mit der Bildung der Nebenspitzen, daß diese als seine Derivate erscheinen.

2) DEPÉRET vergleicht (Tárrega. pag. 14) die entsprechende Spitze am P_4 von *Bunobrachyodus* mit der am Reißzahn der Caniden.

3) Die hier als Beispiele eingefügten Skizzen eines P_4 von *B. Fraasi* und von *Brachyodus borbonicus*, dieser nach einem schönen, vom Stuttgarter Naturalienkabinett neu erworbenen Mandibelast (l. P_3—M_3), sollen zu den Abbildungen der Tafeln als Ergänzung dienen.

4) S. das Deckblatt von Taf. III [XIX]. Diese Benennungen sollen nur die späteren Beschreibungen vereinfachen.

eckig vorspringt. Er trägt dort oft eine Anschwellung des Basalbandes, die auch nach ihrer Lage ganz einem Hypokonid entspricht, während entsprechend auf der Innenseite eine Art Entokonid angedeutet sein kann. Auch dieser Charakterzug ist am deutlichsten am P_4 zu erkennen. Man ist so vor allem nach der verschieden starken und verschieden reichen Entwicklung der Hinterseite der Zähne ganz gut in der Lage, die 3 hinteren, zweiwurzeligen Prämolaren von *B. Gorringei* auch isoliert ausreichend zu bestimmen.

P_1.

Taf. III [XIX], Fig. 19.

Vom ersten Prämolar des Unterkiefers liegt bisher erst ein Stück vor. Er findet sich, wie schon erwähnt, an dem besten der Basler Stücke, einem fast vollständigen linken Unterkieferast eines mäßig starken ♂ (Taf. IV [XX], Fig. 2).

Der wohlerhaltene Zahn ist einwurzelig und ausgezeichnet durch einen außerordentlich hohen Wurzelhals, der sich stark konisch verjüngt, 8,8 mm fast senkrecht frei über dem Kieferrande erhebt.

Die nur 6,8 mm hohe Krone setzt sich gegen den Wurzelhals unvermittelt ab. Ihr scharfer Vorderrand springt unten als ein nach innen eingekrümmtes Blatt kräftig vor, im Profil wie eine vordere Nebenspitze des trikonodonten Typus erscheinend. Weniger ausgesprochen, aber auch noch deutlich eckig ragt auch der Hinterrand der Krone unten über. Er ist, ähnlich den P_2–P_4, fast von der Spitze an verbreitert und unregelmäßig verdoppelt durch Abzweigen einer Art Innenkante, die nur gegenüber den P_2—P_4 etwas unselbständig auftritt. Auf der Außen- und Innenseite des sonst rund gewölbten Zahnes entwickeln sich neben diesen hinteren Kanten nach unten zu Depressionen, die eine Talonidbildung andeuten. Ein Cingulum ist nur auf der Innenseite vorn und hinten schwach zu spüren, außen fehlt es ganz.

Es sind also an dem so stark verkümmerten P_1 doch im kleinen alle Hauptzüge vorhanden, die an den übrigen Prämolaren in größerem Maßstabe und mit zunehmender Deutlichkeit auftreten. Vor allem die Abzweigung einer Innenkante von der Hinterkante ist ein Prämolarcharakter, der den sonst im Habitus den Eck- und Schneidezähnen schon so stark ähnelnden Zahn gut zu legitimieren geeignet ist. Dazu kommt der hoch und steil vorragende Wurzelhals. Wenigstens ist dieser bei *Bunobrachyodus* — von den ägyptischen Formen liegt ausreichendes Material nicht vor — bei jenen Zähnen viel kürzer und schon beim Eckzahn mehr schräg nach vorn gerichtet.

Eckzahn und Schneidezähne.

Das mir vorliegende Material gestattet mir leider nicht, zu dem wenigen bis jetzt über diese Region des Gebisses von *B. Gorringei* Bekannten nennenswerte Zusätze zu machen. Solche Zusätze wären sehr erwünscht, da hier vor allem die einzelnen Genera der Anthracotheriiden, soweit bis jetzt bekannt ist, namhafte Unterschiede zeigen. Freilich gehört vorzüglich erhaltenes Material dazu, um über diese vorspringende, zerbrechliche Partie des Schädels zuverlässige Feststellungen zu machen.

Der untere C, über dessen Form nichts bekannt ist, hat, nach seinen Alveolen an dem Londoner Original zu schließen, selbst bei starken ♂ seine Nachbarn I_3 und P_1 nicht besonders übertroffen. An dem Kiefer Taf. IV [XX], Fig. 9 deutet der Umfang seiner ausgebrochenen Alveole auf ein ähnliches Verhältnis. Das Diastema gegen den I_3 ist, wie man erwarten darf, bei diesem kurzschnauzigen Stück

geringer, als bei dem Londoner Typusexemplar. Die Schneidezähne sind, mit jenem verglichen, auffallend schwächer und stehen, soweit die Wurzeln und Alveolen zu erkennen sind, auch etwas gedrängter.

Einige Stücke des sehr geringfügigen Materials an losen Schneidezähnen scheinen ebenfalls zu *B. Gorringei* zu gehören, doch sind sie nicht mit voller Sicherheit bestimmbar.

Maße der Unterkieferzähne:

a) Englisches Typusexemplar, Brit. Mus. No. C 8629.

b) Basler Stück mit P_1 (Taf. IV [XX], Fig. 2).

c) „ „ mit großem Diastema zwischen P_2 und P_3 (Taf. IV [XX], Fig. 1).

d) Stück des Stuttgarter Naturalienkabinetts (Taf. III [XIX], Fig. 23—25).

e) Schwaches ♀ des Stuttgarter Naturalienkabinetts (Taf. IV [XX], Fig. 9).

Die Diastemen sind mit d bezeichnet, eingeklammerte Zahlen bedeuten ungefähre Messung an Alveolen oder Wurzelstümpfen. Bei den oft schief zur Längsrichtung stehenden Prämolaren (besonders P_4) bedeutet die untere Zahl den größten, für den Vergleich mit einzelnen Zähnen geltenden Längsdurchmesser, die obere ist in der ungefähren Mittellinie der Zahnreihe gemessen. Die Maße der Kieferknochen sind da eingesetzt, wo sie gemessen sind.

	M_3	M_2	M_1	P_4	P_3	d	P_2	d	P_1	d	C	d	I_3	d	I_2	d	I_1	
a) Länge	34,8	19,6	17,6	16,5	17,3	2,5	15,5	26,2	(7,7)	21,7	(10,5)	7.3	(10,2)	3,9	(8,5)	3	(8,3)	mm
Breite vorn	18,4	15,5	11,9	10,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ mitten	19	—	—	—	11,6	—	9,4	—	—	—	—	—	(6,4)	—	—	—	—	„
„ hinten	11,6	16,3	12,8	12,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe 43,2	—	—	—	30,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke 20,6	—	—	—	19,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
b) Länge	39,4	22,5	18,9	20	18,5	—	15,3	18,9	8,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Breite	—	—	—	11,5	10,5	—	8,6	—	4,8	—	—	—	—	—	—	—	—	„
c) Länge	—	23	16,7	18,5	17,4	14,5	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Breite	—	14,7	10,5	10,3	9,2	—	9,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe	—	—	—	42,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	—	—	—	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
d) Länge	35	20,3	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Breite vorn	17	14	9,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ mitten	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	10,8	15,1	10,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
e) Länge	29,1	18,4	15,7	15,1 / 18,1	16 / 16,2	2,3	13,1	6,8	(4,5)	12,5	(5,3)	5,6	(5,6)	3,1	—	—	—	„
Breite vorn	13,9	11,6	9,2	8,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ mitten	13,9	—	—	—	8,4	—	6,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	8,7	12,5	10	9,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe 34	—	—	—	30,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke 13,1	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„

Milchzähne des Unterkiefers.

Die vorliegenden Milchzähne lassen sich vor allem nach der Entwicklung des bei allen schon vorhandenen M_1 mit einiger Sicherheit unter die verschiedenen Species verteilen.

Zwei von den Stücken gehören vermutlich zu *B. Gorringei*. Sie sind allerdings nicht so gut erhalten, daß sie zu einer Detailbeschreibung aufmuntern. Das bessere, in Taf. III [XIX], Fig. 39 abgebildete zeigt übrigens alle 3 Milchzähne in situ zusammen mit dem trefflich erhaltenen M_1. D_3 und D_4 stehen mit diesem in lückenloser Folge, der D_2 ist vom D_3 durch ein kurzes Diastema von kaum 2 mm Länge geschieden.

Die ziemlich langen D_3 und D_4 haben die bei den Paarhufern übliche Entwicklung in je drei Abschnitten, die bei D_4 sämtlich je einen inneren und äußeren Hügel tragen. Am D_3 besitzt nur der dritte Abschnitt diese zweiteilige Ausbildung. Der D_2 ist ganz prämolariform, aber noch mehr defekt,

als mehr oder weniger die beiden anderen. Ich verweise daher bezüglich der Details auf die tadellosen Zähne von *B. parvus* (s. weiter unten), um so mehr als diese, soviel zu erkennen ist, von den Milchzähnen von *B. Gorringei* in den wesentlichen Zügen gar nicht abweichen.

An dem Kieferknochen des abgebildeten Stückes liegt der Hinterrand der Symphyse immerhin schon einige Millimeter vor dem D_2, das Foramen mentale wenigstens vor seinem Vorderrande; ein kleineres zweites Loch findet sich unter der Vorderhälfte des D_3.

Die Längenmaße der Milchzähne des letzten Stückes (die Breite ist meist nicht genau genug bestimmbar) sind die folgenden:

D_4	D_3	d	D_2
18,9	15,2	2	10,5 mm

Kieferhöhe 19,1 mm.

B. Fraasi n. sp.

Zwei wesentlich schwerer und massiver gebaute Unterkiefer des Stuttgarter Naturalienkabinetts, ein rechter (Taf. IV [XX], Fig. 10) und ein linker (Taf. I [XVII], Fig. 13) gehören vor allem hierher. Sie sind ziemlich vollständig und im Knochen leidlich erhalten. Leider ist die Bezahnung nicht in demselben befriedigenden Zustande, die des zweiten ist auch ganz ungewöhnlich abgekaut, so daß vom M_1, dem ältesten Gliede der endgültigen Dentition, nur die quer abgeschliffenen beiden Wurzeln noch übrig sind.

Die Form der Kiefer weicht nicht wenig von *B. Gorringei* ab. So steigt der Ramus ascendens steiler hinter der Molarenreihe auf. Sein Processus coronoideus, der an dem abgebildeten Stück fast ganz erhalten ist, biegt sich weniger nach hinten über, als bei *B. Gorringei*. Die Mittelregion des Kiefers zeichnet sich vor allem durch massive Beschaffenheit des breit gerundeten Unterrandes aus. Dieser ist auch anders nach unten vorgewölbt, als bei *B. Gorringei* (wo ja beim ♂ eine solche Wölbung überhaupt gering wird). Er baucht sich vor allem hinter dem Schlußmolar kräftig vor, um sich dann vor dem Uebergang zur Angularregion stark einzubiegen.

Die Kieferhöhe übertrifft die der meisten Stücke von *B. Gorringei*, wenigstens der ♀, nicht in dem Verhältnis, als die geschlossene Zahnreihe von P_2 bis M_3 länger ist, als bei jener Art. Wesentlich anders ist dann besonders die Vorderregion ausgebildet. Nicht nur der P_2 und P_3 haben so gut wie gar kein Diastema zwischen sich, sondern auch das zwischen P_1 und P_2 beträgt, sogar an den Alveolen gemessen, kaum mehr als 4 mm. Dagegen liegt zwischen P_1 und dem Eckzahn eine gerade, nach vorn wenig geneigte Barre von wenigstens 35 mm Länge. Hinter ihrer Mitte, also noch erheblich vor dem P_1, liegt außen das sehr große Foramen mentale, innen der Hinterrand der Symphyse. Diese ist nicht so lang und liegt wenigstens hinten nicht so flach, wie bei dem ♀, geschweige dem langschnauzigen ♂ von *B. Gorringei*. Sie steigt vielmehr von ihrer stumpf vorspringenden Hinterecke an, ähnlich etwa, wie bei *Sus scrofa*, zunächst gleichmäßig an. Das schmale Vorderende neigte sich allerdings auch bei dieser Art, soweit man erkennen kann, wieder etwas nach unten, wenn es auch nicht verlängert war. Jedenfalls standen die an keinem der beiden Stücke erhaltenen Schneidezähne vermutlich in einem kurzen Bogen enger zusammen, als bei *B. Gorringei*, neigten sich aber ebenfalls ziemlich stark nach außen. Der ganze Habitus des Schnauzenendes, der sich nach den beiden oben beschriebenen Schädeln von *B. Fraasi* nicht recht beurteilen läßt, wich jedenfalls nach diesen Unterkiefern so alter Tiere, die außerdem aus unten zu erörternden Gründen Männchen waren, recht weit von dem extrem lang-

schnauzigen ♂ von *B. Gorringei* ab. (S. auch die Rekonstruktionsversuche in Textabbildung 20 und 21 im Schlußkapitel.)

Ein einzelnes Vorderende eines linken Unterkiefers lehnt sich nun zunächst in der Rangierung der Prämolaren ganz an den geschilderten Typus von *B. Fraasi* an. Es besitzt ebenfalls ein sehr geringfügiges Diastema zwischen P_1 und P_2 (3,8 mm). Dagegen findet sich zwischen der Alveole von P_1 und der Stelle, wo der Eckzahn gesessen haben muß (diese Region ist am Außenrande ergänzt), eine gerade, etwas abfallende Barre von mindestens 24 mm Länge. Der Hinterrand des Foramen mentale und der Symphyse stehen fast übereinander und fallen mit dem Vorderrande des P_1 etwa zusammen. Die Entwicklung dieser Region entspricht also fast genau den Verhältnissen der beiden beschriebenen ganzen Unterkiefer. Das Stück gehört daher sicher zu *B. Fraasi*, ist allerdings auffallend viel schwächer. So beträgt die Kieferhöhe am Vorderrande von P_2 nur 24 mm. Von den Zähnen ist weiter unten die Rede (s. f. S., Taf. III [XIX], Fig. 29)]. Die Eigenschaften des Kieferknochens berechtigen jedenfalls zu der Annahme, daß ein Unterkieferende eines sehr schwachen ♀ der Art vorliegt. Es übertrifft in den vergleichbaren Maßen, vor allem in der Höhe der Zähne, immerhin wesentlich den in Taf. IV [XX], Fig. 9 abgebildeten Unterkiefer des schwachen ♀ von *B. Gorringei*. Aus diesem Größenverhältnis der vorliegenden Stücke kann man mit Sicherheit schließen, daß die beiden vollständigen Unterkiefer alten Männchen der Art zugehören, ebenso wie die beiden in der Gruppierung der Zähne ihnen ganz entsprechenden, in den Längenwerten der Zahnreihen sie sogar noch etwas übertreffenden Schädel, die oben (S. 21—24 [173—176]) beschrieben wurden. Der Kieferknochen des Bruchstückes ist zwar niedriger, als bei *B. Gorringei*, aber massiger angelegt, also auch ziemlich im Einklang mit den sonstigen Differenzen der größeren Stücke der beiden Arten.

Ein jugendlicher Kieferast mit Milchgebiß (Taf. IV [XX], Fig. 7) schließlich ist ebenfalls trotz seiner kräftigen Bezahnung vergleichsweise niedrig, aber sehr massiv gebaut. Auch bei ihm liegen Foramen mentale und Symphyse wenigstens unter, jedenfalls nicht hinter dem P_1, dessen Alveole deutlich ist. Ich nehme ihn mit einigem Vorbehalt auch hierher.

Zähne.

Die Bezahnung der beiden ganzen Unterkieferäste ist, wie schon angedeutet, in einem wenig erfreulichen Zustande. Nur das Längenverhältnis der einzelnen Zähne und der verschiedenen Abschnitte der Zahnreihe läßt sich feststellen und mit dem Verhalten bei *B. Gorringei* vergleichen (s. Maßtabelle unten). Für die speziellen Formverhältnisse der Zähne bietet daher ein Kieferstück mit M_2—P_4 in der Münchener Staatssammlung, an dem die Zähne ganz leidlich erhalten sind, eine sehr erwünschte Ergänzung, sowie auch die Mandibel mit M_1 und D_2 in Stuttgart.

Nach diesen Gebißresten übertraf *B. Fraasi* den in der Einzelform der Zähne gewöhnlich sehr ähnlichen *B. Gorringei* auch in den Unterkieferzähnen merklich an Größe, entsprechend dem Verhältnis der oberen Zahnreihen. Von Abweichungen in der speziellen Ausgestaltung der Zähne wäre nach den wenigen gut erhaltenen Stücken allenfalls hervorzuheben, daß im Grundriß der Molaren der Kontrast zwischen dem ziemlich massiven M_2 und dem schlankeren M_1 etwas weniger auffallend ist, als bei der häufigsten Art. Ferner zeigt die Teilung der Vorderkante des hinteren Außenhügels auch an den wenig benützten Zähnen nur die Y-Form, wenn auch die Anheftung des Vorderastes an den vorderen Abschnitt deutlich in dessen Mitte erfolgt. Die Schmelzskulptur scheint der von *B. Gorringei* ähnlich zu sein, ist aber nicht gut genug erhalten, um genau verglichen werden zu können.

Recht eigentümlich erscheinen die beiden ausgezeichnet erhaltenen, sehr wenig abgenutzten Prämolaren P_2 und P_3 des kleinen Exemplares (Taf. III [XIX], Fig. 29), von dem oben schon die Rede war. Sie fallen zunächst durch relativ bedeutende Höhe auf, wie die Abbildung zeigt. Vor allem aber ist die Entwicklung der Innenseite ungewöhnlich einfach. Vorderrandgrube, Innengrube und die beiden Talonidgruben (s. oben S. 31 [183]) sind zwar angedeutet (bei P_3 besser als bei P_2). Aber die bei *B. Gorringei* fast immer ausreichend markierten Nebenspitzen, die auch an dem P_4 des oben erwähnten Münchener Stückes kräftig hervortreten (s. Textabbildung 2 auf S. 31 [183]), fehlen ganz, ebenso die Stützleisten der Hauptkanten. Dementsprechend steigt auch das Basalband von vorn nach hinten weit weniger an und erreicht an der weit hinten gelegenen Innenkante kaum mehr als ein Drittel der Kronenhöhe. Die Zähne zeigen also, da man ja die Ausbildung der Nebenspitzen wohl als den ersten Schritt auffassen muß auf dem Wege der Molarisierung der Prämolaren, auf dem auch eine ganze Reihe von Paarhufern später ziemliche Fortschritte gemacht hat, ein auffallend primitives Verhalten. Solange kein weiteres Material vorliegt, das dieses Verhalten entweder als einen Ausnahmefall hinstellt oder vielleicht die Abtrennung einer besonderen, schwächeren Form rätlich macht, muß man diesen primitiven Zustand als charakteristisch für besonders schwache Stücke von *B. Fraasi* ansehen.

Zwei einzelne Prämolaren (Taf. III [XIX], Fig. 30—32 und 33–35) können schließlich der Größe nach eigentlich nur mit *B. Fraasi* in Verbindung gebracht werden. Sie zeigen auch, vor allem der erstere, ein P_3, deutlich die oben beschriebene Gliederung der Innenseite. Der zweite, ein P_2, mit seiner hoch aufragenden, ziemlich dick zugerundeten Hauptspitze und dem von den übrigen behandelten Prämolaren doch einigermaßen abweichenden Zuschnitt der Grubenbildungen der Innenseite nimmt sich allerdings in dieser Umgebung etwas fremdartig aus. Er könnte zu einer im übrigen noch unbekannten Tierform gehören. Denn das kann man wohl als ganz sicher annehmen, daß durch die bisherigen Aufsammlungen und Ausgrabungen der Reichtum dieser überaus interessanten ägyptischen Fauna noch nicht entfernt erschöpft ist und noch manche Ueberraschung erwarten läßt.

Von den antemolaren Zähnen des endgültigen Gebisses war wenig zu beobachten.

Das sehr alte Stück Taf. I [XVII], Fig. 13 besitzt am angebrochenen Vorderende der oben beschriebenen großen Barre vor dem P_1 Spuren der Alveole des **Eckzahnes**. Sie tritt so wenig hervor, daß der Canin nur sehr schwach entwickelt sein kann, trotzdem es sich wohl sicher um ein ♂ handelt (s. oben). Das entspricht ganz dem Verhalten des Oberkiefers (S. 11 [163]), in dem bei dem Stuttgarter, einem ziemlich starken ♂ zuzuweisenden Schädel ein ganz verkümmerter Eckzahn sitzt. An dem kleinen Exemplar ist der Kieferrand an der Stelle der Eckzahnalveole zwar ergänzt. Aber weiter unten, wo der Knochen unverletzt erhalten ist, zeigt er weder außen noch innen die geringste Auftreibung durch die Wurzel eines stärkeren Zahnes. Der Eckzahn ist daher an diesem Stück, wie man erwarten darf, besonders unscheinbar gewesen.

Ueber die Schneidezähne wurde oben schon bemerkt, daß sie auf dem stark verengten, aber entschieden nach unten abgebogenen Unterkieferende in kurzem Bogen zusammengestanden haben müssen. Sie neigten sich auch wohl alle ziemlich flach nach vorn resp. außen, wenn auch nicht so stark, wie beim ♂ von *B. Gorringei*. Dies ist jedenfalls zu beobachten bei dem einzigen in situ erhaltenen Schneidezahn des Materials, einem I_3 an dem kleinen Kieferende. Er ist auffallend klein und die Krone sitzt im Vergleich zu dem Londoner Unterkiefer von *B. Gorringei* ungewöhnlich kurz am Kiefer. Sie ist schief-schaufelförmig, ohne Spitze, aber auf der Innenseite mit wulstigem Mittelkiel und einem

vor allem auf diesem Mittelwulst stark hervortretenden Basalband versehen. Da die Incisiven dieser Tiere spät gewechselt wurden[1]), ist es nicht ganz ausgeschlossen, daß ein Milchzahn, ein DI_2 vorliegt, zumal da die beiden oben geschilderten definitiven Prämolaren des Stückes sehr wenig abgekaut sind. Er würde aber auch als solcher vergleichsweise winzig erscheinen.

Diese Beobachtungen über das antemolare Gebiß von *B. Fraasi* sind ziemlich spärlich. Sie deuten aber doch ohne Ausnahme im Verein mit der Verkümmerung des Eckzahnes selbst starker Männchen im Oberkiefer, sowie mit dem zarten Knochenbau des Oberkieferendes darauf hin, daß bei dieser Art in beiden Geschlechtern und allen Altersstadien dieser Abschnitt sich in einem sehr reduzierten Zustande befand. Dieses Verhalten braucht nicht in Zusammenhang gebracht zu werden mit dem durch prämolariformen Charakter der Caninen bedingten einförmigen, aber sonst durchaus kräftigen Habitus der antemolaren Bezahnung bei gewissen anderen Paarhufern, z. B. *Anoplotherium* und *Diplobune*. Ich neige auch nicht zu der Annahme, daß der Entwicklungszustand bei unserer Art aus einem solchen Typus hervorgegangen ist, sondern möchte mir die hypothetischen Vorfahren vielmehr mit einem den typischen Anthracotheriiden angenäherten, wenn auch wohl schwächer entwickelten Vordergebiß vorstellen, mit kegelförmigen, mäßig starken Eckzähnen.

In der Milchzahnregion des abgebildeten jugendlichen Kiefers (Taf. IV [XX], Fig. 7) sind leider die beiden großen Hinterzähne (D_3 und D_4, oder wohl, da der Kieferrand etwas tiefer liegt als beim M_1, schon P_3 und P_4)[1]) weggebrochen. Dafür ist der D_2, der vorderste Milchzahn, noch vorhanden und ganz vortrefflich erhalten. Er ist vergleichsweise groß, vor allem hoch, wie ja auch sein Nachfolger P_2 nach dem Stück Taf. III [XIX], Fig. 29. Er neigt aber, mit diesem verglichen, wesentlich stärker nach vorn, da seine Spitze erheblich vor der Mitte liegt. Auch ist der Vorderrand stark konvex zugeschnitten. Die Innenseite ist sehr charakteristisch ganz einfach entwickelt, fast ohne alle die Komplikationen der bleibenden Prämolaren. Das Basalband bleibt vorn und hinten ganz unten und steigt nur zwischen den beiden Wurzeln brückenförmig auf. Vorderrandgrube und Innengrube sind auf der inneren Konkavität nicht geschieden. Von inneren Nebenspitzenanlagen ist keine Spur vorhanden. Die Innenkante liegt der Hinterkante ganz nahe: nur ganz unten biegt sie plötzlich nach innen aus und umzieht eine kleine, rundliche, innere Talonidgrube. Eine äußere Talonidgrube ist fast von oben an schmal, aber deutlich eingesenkt. Die Hinterkante besitzt etwa in der Mitte der Höhe einen flügelartigen Vorsprung.

Ich würde einigermaßen Bedenken tragen, den Zahn bei seiner stattlichen Entwicklung als Milchzahn anzusprechen, wenn nicht bei einem jugendlichen Kiefer einer anderen Art des Fajum, *B. parvus*, ein ganz zweifelloser D_2 von ganz übereinstimmendem Verhalten zu beobachten wäre. Auch ist der hinter ihm abgesenkte Kieferrand (s. oben) hier hoch genug für Milchzahncharakter.

Maße:

a) Ganzer Kiefer, Taf. I [XVII], Fig. 13.

b) „ „ Taf. IV [XX], Fig. 10.

c) Münchener Bruchstück, S. 35 [187].

d) Vorderende des Unterkiefers des schwachen Exemplares, Taf. III [XIX], Fig. 29.

e) Jugendlicher Kiefer mit Milchgebiß, Taf. IV [XX], Fig. 7.

1) Wenigstens ist der sonst schon mit vollständigem endgültigen Gebiß ausgerüstete Unterkiefer von *Ancodon* aus Ronzon, den Kowalevsky abbildet (Hyop. t. 39 f. 5), vorn noch im Zahnwechsel begriffen.

2) Beim Nachschieben der Prämolaren geht ja immer ein Teil des Kieferrandes verloren, so daß die Prämolaren in der Regel sogar tiefer stehen, als der M_1, der längst vor ihnen vorhanden war (s. die Abbildung Fig. 9 auf Taf. IV [XX].

	M_3	M_2	M_1	P_4	P_3	P_2	d	P_1	d	C	d	I_3	
a) Länge	37	20	19	19,6	16,9	16,1	5,5	(8,2)	40,1	+ ?	—	—	mm
Breite vorn	15,9	—	—	11,4	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ mitten	15,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	13,7	—	—	12,3	10,3	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe	55,2 —	—	—	41,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	20,6 —	23,8	—	20,2	—	—	—	—	—	—	—	—	„
b) Länge	38	24,5	18,9	21,9	(16,2)	?	—	—	—	—	—	—	„
Breite vorn	15,3	14,9	11,3	11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ mitten	15,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	12,3	13,8	12,5	12,2	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe	54,4 —	—	—	40,9	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	21,4 —	21,7	—	20,8	—	—	—	—	—	—	—	—	„
c) Länge	—	23,1	19,6	19,8	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Breite vorn	—	15,4	11,7	11	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	—	15,1	12,5	12,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe	—	—	—	37,7	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	—	—	—	17,4	—	—	—	—	—	—	—	—	„
d) Länge	—	—	—	—	15,7	13,4	4	(7,3)		36,8		7,8	„
Breite	—	—	—	—	8,9	7,9	—	—	—	—	—	3,6	„
Kieferhöhe	—	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	—	—	—	—	—	12,5	—	—	—	—	—	—	„

e)	M_2	M_1	P_4	P_3	D_2	d	P_1	
Länge	22	19	(19)	(17)	12,8	3,6	(7,1)	mm
Breite vorn	13,6	10	—	—	—	—	—	„
„ hinten	14,9	11,6	—	—	6,8	—	—	„
Kieferhöhle	24,9	—	—	—	20,8	—	—	„
Kieferdicke	16,1	—	—	—	10,8	—	—	„

B. rugulosus n. sp.

Der Unterkiefer der häufigeren der beiden kleinen Arten des Fajum lehnt sich nicht nur, wie unten näher erörtert wird, im Zahnbau, sondern auch in der Gruppierung der Zähne eng an *B. Gorringei* an. Die Form der Kiefer erinnert dagegen, wenigstens vorn, nach den wenigen vollständigen Stücken, die vorliegen, zum Teil mehr an die von *B. Fraasi.*

Die Kiefer sind verhältnismäßig niedrig und unter der Molarenreihe nach unten ziemlich konvex, dazu vor allem hinten am M_3 recht massiv. Weiter vorn zeigt ein schöner, neu vom Stuttgarter Naturalienkabinett erworbener rechter Mandibelast mit P_3—M_3 zierliche, schlanke Form. Es sei hier noch bemerkt, daß sein Processus coronoideus gleich hinter dem M_3 steil und vergleichsweise sehr hoch aufsteigt, die Angularpartie sich umgekehrt hinter der Einbuchtung, wie sie Taf. IV [XX], Fig. 9 zeigt, gleich wieder stark nach unten verbreitert, mehr noch, als es Depérets Abbildungen von *B. Cluai*[1]) zeigen. Zwischen P_2 und P_3 liegt ein kleines Diastema von 2 mm; das zwischen P_1 und P_2 ist schon länger (4,6 mm), am bedeutendsten das zwischen C und P_1 mit 7,5 mm. Die Stellung der Prämolaren ist also wesentlich enger, als selbst bei den schwächsten Exemplaren von *B. Gorringei*, auch enger, als bei dem wesentlich schwächer bezahnten *B. Cluai* von Tarrega[1]), der sonst ein ganz entsprechendes Anwachsen der Lücken von hinten nach vorn aufweist. Das kleine Foramen mentale liegt unter dem einwurzeligen P_1, ebenso wie der Hinterrand der Symphyse. Diese steigt, nach dem einzigen vorn leidlich erhaltenen Stück (Taf. IV [XX], Fig. 8) zu urteilen, ziemlich stark an, ähnlich wie bei *B. Fraasi.* Es würde das auf eine ziemlich geschlossene und nur mäßig nach vorn geneigte Einpflanzung der Schneidezähne schließen lassen. Damit stimmt überein, daß zwischen dem Stumpf des Eckzahnes und der an dem Stück wenigstens noch angedeuteten Alveole des I_3 wieder nur ein kurzes Diastema (3 mm)

1) Tarrega. t. 1 f. 2; t. 3 f. 2.

vorhanden ist, ähnlich wie bei *B. Cluai*, bei dem die Schneidezähne unter sich dann fast ganz zusammenschließen.

Bezahnung.

Die oben (S. 14 [166] beschriebenen, von *B. Gorringei* so auffallend abweichenden oberen Molaren von *B. rugulosus* lassen erwarten, daß auch die zu dieser Species gehörigen Unterkieferzähne besondere Kennzeichen haben, vor allem die für die Species charakteristische kräftige Runzelung der Schmelzdecke besitzen. Tatsächlich zeigen die Zähne des kleineren der beiden abgebildeten Kieferäste (Taf. IV [XX], Fig. 5) völlig die eng und körnig gerunzelte Oberfläche, die wir dort kennen lernten. Das neuerworbene Exemplar steht ihm darin etwas nach; besonders deutlich ist die Runzelung aber wieder bei den beiden auf Taf. III [XIX], Fig. 26 abgebildeten Molaren eines kleineren Kieferbruchstückes. (Die Zähne des sehr alten Stückes Taf. IV [XX], Fig. 8 sind so stark abgekaut und auch beschädigt, daß die Eigentümlichkeit kaum noch hervortritt.) In der Form sind dagegen die unteren Molaren von denen von *B. Gorringei* durchaus nicht so weit verschieden, wie die oberen, eine Erscheinung, die ja bei Paarhufern nicht selten ist. Sie nähern sich in den allgemeinen Verhältnissen denen der größeren Art so sehr, daß bei mäßiger Erhaltung eine Scheidung starker einzelner Zähne von *B. rugulosus* von schwachen von *B. Gorringei* Schwierigkeiten machen kann. Immerhin ließen sich doch noch einige weitere Kieferbruchstücke mit wohlerhaltenen Zähnen mit genügender Sicherheit der kleineren Art zuweisen und boten zu der unvollständig erhaltenen Bezahnung der beiden Kieferäste willkommene Ergänzungen.

M_3.

Taf. III [XIX], Fig. 26.

Vgl. auch Textfigur 17b im Schlußkapitel.

Bei näherem Vergleichen treten dann gerade bei den vorliegenden Schlußmolaren gegenüber den M_3 von *B. Gorringei* doch einige geringfügige morphologische Differenzen hervor. So ist ihr Grundriß etwas länglicher, indem die Breite der beiden Hauptabschnitte die halbe Länge des Zahnes nicht ganz erreicht. Ferner erscheinen die Zähne noch etwas mehr brachyodont, als die von *B. Gorringei*. Ihr Cingulum ist auch auf der Außenseite besonders kräftig und an dem einen der beiden Stücke selbst auf der Wölbung der Außenhalbmonde nicht unterbrochen. Die Wölbung der Außenhalbmonde erscheint auch manchmal noch etwas rundlicher, als bei *B. Gorringei*, vor allem auf ihrer vorderen Seite, so daß die Zähne dann einen plumperen Zuschnitt bekommen. Schließlich beginnt zwar an dem einen der M_3, der sehr gut erhalten ist, die Gabelung der Vorderkante des hinteren Innenhügels gleich an der Spitze und zeigt V-Form, bei anderen fast ebenso gut konservierten Stücken tritt sie dagegen erst ziemlich tief auf und zeigt die Form eines Y. Die Anheftung des vorderen Gabelastes erfolgt, wie bei *B. Gorringei*, stets etwa in der Mitte des zweiten Abteils. Nach hinten ist das hintere Längstal etwas höher geschlossen, als bei *B. Gorringei*.

Im ganzen ließen sich also an den vorliegenden Zähnen auch in der Form gewisse Abweichungen von *B. Gorringei* feststellen, man darf ihnen aber wohl einstweilen im Hinblick auf das geringfügige Material noch kein zu großes Gewicht beimessen.

M_2 und M_1.

An mehreren Kieferstücken des Stuttgarter Naturalienkabinetts sind die M_2, wenn auch stärker abgekaut als die M_3, in ganz günstigem Zustande erhalten. Ein M_1, in freilich stark abgenutztem

Stadium, findet sich an dem neuerworbenen Stück und einem Kieferstück mit trefflich erhaltenen P_3 und P_4 aus der Münchener Staatssammlung (Taf. III [XIX], Fig. 27, 28).

Nach diesem etwas dürftigen Material läßt sich so viel erkennen, daß das Größenverhältnis der M_2 und M_1 untereinander und zu M_3 ein ähnliches ist, wie bei *B. Gorringei*. Nur die Verjüngung der Molarenreihe nach vorn scheint weniger deutlich, da der M_3 an sich schon schlanker ist. Der bei *B. Gorringei* einigermaßen auffallende Unterschied zwischen M_2 und M_1 im Längen-Breiten-Verhältnis kann dementsprechend zurücktreten, so daß nur der immerhin beträchtliche Größenunterschied übrigbleibt.

P_3 und P_4.

An dem neuerworbenen Exemplar und dem abgebildeten Stück sind die beiden hinteren Prämolaren trefflich erhalten. Sie ähneln stark den entsprechenden Zähnen von *B. Gorringei*, vor allem auch, weil die Runzelung der Schmelzoberfläche bei ihnen nicht so auffallend hervortritt. Beide besitzen außen ein so gut wie lückenloses oder wenigstens vergleichsweise kräftiges Basalband. Innen zeigt P_4 eine kräftige, im einen Falle sogar als kurze kulissenartige Längsschneide entwickelte vordere Nebenspitze, P_3 kaum eine Andeutung davon. Hintere Nebenspitzen sind bei beiden durch den vorspringenden Vereinigungspunkt der Innenkante mit dem Gipfel des Cingulum markiert. Die ganze Gliederung der Innenseite und die Ausbildung der charakteristischen Gruben ist sehr deutlich ausgesprochen.

Schließlich gehört zu *B. rugulosus* vermutlich ein Bruchstück eines jugendlichen Kiefers mit ganz gut erhaltenem, für die Art ziemlich großem M_1, vor dem der dritte Abschnitt eines im übrigen zertrümmerten letzten Milchzahnes (D_4) erhalten ist.

Maße:

a) Ganzer linker Unterkieferast, sehr stark abgekaut, Taf. IV [XX], Fig. 8.
b) „ „ „ ziemlich jugendlich, Taf. IV [XX], Fig. 5.
c) Kieferstück mit M_2 und M_3, Taf. III [XIX], Fig. 26.
d) „ „ M_1—P_3, Taf. III [XIX], Fig. 27, 28.

	M_3	M_2	M_1	P_4	P_3	d	P_2	d	P_1	d	C	
a) Länge	25,8	16	11[1])	14	13	3,2	(12,3)	4,7	(6,6)	7,2	(7,2)	mm
Breite vorn	11,8	9,8	—	8,5	7,8	—	—	—	—	—	—	„
„ mitten	12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	8,6	10,5	—	7,9	6,6	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe	33,3 —	—	—	26,9	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	16,2 —	—	—	11,7	—	—	—	—	—	—	—	„
b) Länge	26,8	16,9	(12,7)	(14,3)	(12,1)	3,4	—	—	—	—	—	„
Breite vorn	12,9	11,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ mitten	13,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	8	11,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe	29 —	—	—	23	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	15,7 —	—	—	10,6	—	—	—	—	—	—	—	„
c) Länge	26,1	17,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Breite vorn	12,5	10,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ mitten	12,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	7,9	11,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
d) Länge	—	—	15	15,5	14,7	—	—	—	—	—	—	„
Breite vorn	—	—	8,7	9	8,7	—	—	—	—	—	—	„
„ hinten	—	—	9,6	7,9	7	—	—	—	—	—	—	„
Kieferhöhe	—	—	—	21,9	—	—	—	—	—	—	—	„
Kieferdicke	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	„

1) Nach sehr starker Abkauung von den Nachbarn verdrückt.

B. Andrewsi n. sp.

Von der größten Art des Fajum liegen mir auch vom Unterkiefer nur einzelne Zähne vor.

M_3.

Taf. III [XIX], Fig. 14, 15; Textfig. 17c im Schlußkapitel.

Ein dritter Molar ist nur wenig abgekaut, dabei trefflich erhalten und zeigt eine Reihe von Eigentümlichkeiten, die für die Art charakteristisch sein dürften.

Die Größe steht zwischen dem M_3 des *B. Fraasi* und dem wohlbekannten von *B. onoideus*[1]) etwa in der Mitte.

Der Grundriß zeigt ähnliche Verhältnisse, wie bei *B. Gorringei*, doch liegt das sehr ansehnliche Talonid deutlich noch schiefer nach außen[2]).

Das Cingulum zieht sich noch etwas mehr, als bei *B. Gorringei*, von der Wölbung der Außenhügel auf die Ausgänge der Quertäler zurück.

Von der Krone sind die vergleichsweise hohen, schlank gerundeten Innenspitzen an ihrer Basis nach innen rundlich vorgewölbt, vor allem die hintere. Dieser Hügel ist überhaupt ein wenig ansehnlicher als der vordere, der etwas nach hinten gedrängt erscheint. So wird der innere Eingang zum Längstal am Vorderende des Zahnes besonders weit geöffnet. Die um diesen Zugang vorn sich herumlegende Vorderkante des vorderen Außenhalbmondes erhebt und verdickt sich am inneren Ende wie eine Art Paraconid. Nach hinten ist in beiden Hauptabschnitten das Längstal durch die zusammenlaufenden Hinterkanten der gegenüberstehenden Hügel recht hoch geschlossen. Am hinteren Außenhalbmonde ist die Art der Gabelung infolge hier ziemlich starker Abkauung nicht mehr zu erkennen. Der jetzige Zustand deutet wohl am ersten auf späte Gabelung in Form eines Y. Die Anheftung des vorderen Gabelastes an den vorderen Zahnabschnitt erfolgt ziemlich weit innen, also anders als bei den bisher behandelten Formen.

Die Schmelzskulptur ist fein, vergleichsweise wenig gekräuselt und auf vorspringenden Partien, wohl nicht nur infolge von Abnutzung, ziemlich obsolet. Feine Perikymatien sind besonders an der Innenseite der Innenhügel sehr deutlich.

I_1.

Taf. III [XIX], Fig. 13.

Ein einzelner Schneidezahn, allem Anschein nach ein rechter I_1, kann zunächst seiner bedeutenden Größe nach nur bei *B. Andrewsi* untergebracht werden. Er erscheint sogar mit 14 mm Länge, 10,8 mm Breite und 7,9 mm Dicke seiner Krone besonders kräftig selbst für diese Art, wenn wir die von verwandten Formen vorliegenden Gebisse zum Vergleich zu Rate ziehen.

Der Zahn ist auf langer, kräftiger Wurzel löffelförmig mit mäßiger, durch Abkauung nur wenig verstärkter Abstutzung des Vorderrandes. In die ziemlich tiefe Aushöhlung der Innenseite wölbt sich

1) S. Zitate auf S. 16 [168] Anm.

2) Dadurch unterscheidet sich der Zahn auf den ersten Blick von dem auch etwas weniger schlanken M_3 von *B. africanus* Andrews von Moghara, dessen breiter, ziemlich kurzer und dicker dritter Abschnitt, der auch eine deutliche innere Knospe trägt, gerade nach hinten gerichtet ist, und der kaum kleiner ist, als der M_3 des *B. onoideus* (Andrews, Foss. Mamm. pag. 482 ff.). Dieser letztere und sein noch wenig bekannter Vorläufer *B. intermedius* Mayet (Etude. pag. 174), dessen M_3 dem von *B. Andrewsi* in der Größe gleichkommt, sind in den beiden vorderen Abschnitten noch wesentlich breiter, so daß sie viel plumper aussehen. Auch bei ihnen ist der dritte Abschnitt längst nicht so schief und auch nicht so lang, wie bei unserer Form.

als Verlängerung der Wurzel eine mittlere Verstärkung bis fast auf $^2/_3$ der Länge der Krone vor. Der Innenrand schlägt sich gleich hinter der Mitte der Länge ein und zieht als Basalband schräg auf die höchste Erhebung des Mittelwulstes zurück. (Eine ähnliche schiefe Kante besitzt die mediale Seite der Innenfläche beim I_1 auch in der Zeichnung des Unterkiefers von *Ancodon* bei Kowalevsky, Hyop. t. 39 f. 3[1].) Die anstoßende Partie der lateralen Hälfte der Krone ist leider herausgebrochen. Die Schmelzoberfläche ist, vor allem außen, ziemlich fein, dicht und wenig körnig gerunzelt, ähnlich den übrigen Zähnen von *B. Andrewsi*. Es fällt dann noch auf, wenn es auch nur eine Zufälligkeit sein sollte, daß die bisher besprochenen Zähne der großen Art (M^2, P^4, M_3, I_1) sämtlich eine eigentümlich helle, zwischen Lichtbraun und Bräunlich-aschgrau schwankende Farbe besitzen, die bei den vielen Zähnen der übrigen Arten kaum auftritt.

D_4.

Taf. III [XIX], Fig. 16—18.

Die eben erwähnte hell-bräunlichgraue Farbe zeigt nun auch ein großer letzter Milchzahn des Stuttgarter Materials, dessen Zugehörigkeit zu dieser Gruppe der Anthracotheriiden zunächst nicht zweifelhaft sein kann, trotz gewisser Besonderheiten seiner Entwicklung.

Er ist ausgezeichnet durch die besondere Ausbildung des außen fast ununterbrochen herumlaufenden Basalbandes. Es schwillt in den Winkeln in den Quertälern förmlich zu kleinen Pfeilern an. Dazu kommt ein fernerer, mit einer besonderen Wurzel versehener selbständiger Pfeiler mitten vor der Basis der mittleren Außenspitze. (Bei modernen Paarhufern ist die Ausbildung einer sekundären Wurzel unter dem Mittelabschnitt von D_4 ebenfalls auf der Außenseite des Zahnes zu beobachten.)

Auffallend ist ferner die ziemlich hohe, schlanke Form der Innenpyramiden. Die Schmelzkruste ist durch Abkauung sehr wenig mitgenommen und vorzüglich erhalten. Sie ist völlig gerunzelt, auf der Außenseite der Außenhalbmonde ziemlich grob und körnig.

Der Zahn stimmt in seiner Gesamtform, von den erwähnten dekorativen Zugaben abgesehen, mit den übrigen D_4 der vorliegenden Milchzahnserien vollständig überein. Vor allem besitzt er wohlentwickelt die charakteristische Gabelung der vorderen Kante eines Außenhalbmondes, und zwar am dritten Abschnitt[1]). Aber diese Spaltung tritt hier vollkommen deutlich sehr spät und tief ein, und der vordere Spaltungsast leimt sich ziemlich weit nach innen an den Mittelabschnitt an, mit deutlicher Annäherung an das Verhalten des oben beschriebenen M_3 von *B. Andrewsi*. In der Größe übertrifft der Zahn den D_4 von *B. Gorringei* etwa in demselben Maße, wie der große M_3 von *B. Andrewsi* den M_3 jener Art.

Nach alledem ist es mir nicht unwahrscheinlich, daß dieser D_4 ebenfalls zu *B. Andrewsi* zu rechnen ist, trotzdem die reiche Entfaltung seines Basalbandes mit dessen ziemlich einfachem Verhalten bei dem großen M_3 in einem gewissen Gegensatz steht. Es würde damit zu den sonstigen Unterschieden, die *B. Andrewsi* von *B. Gorringei*, *Fraasi* und *rugulosus* trennen, vor allem dem abweichenden Typus des systematisch wichtigen Verlaufs der Vorderkante des hinteren Außenhalbmondes, noch ein weiterer Faktor hinzutreten.

Zu erwähnen ist schließlich, daß das Kieferbruchstück, in dem der Milchzahn steckt — nach dessen fast unberührter Erhaltung das eines sehr jungen Tieres — sich durch niedrigen, aber breitmassiven Bau auszeichnet.

1) Es ist immerhin von Interesse, daß sich hier mit großer Klarheit die jetzt herrschende Ansicht bestätigt, daß der zweite und dritte Abschnitt des D_4 den beiden Abschnitten von M_1 und M_2 entsprechen und der Vorderabschnitt akzessorisch ist.

Maße:	M_3	D_4	
Länge	44	25,2 mm	
Breite vorn	18,8	7,7 „	
„ mitten	18,7	10 „	(mit Außenpfeiler)
„ hinten	11,9	10,3 „	
Kieferhöhe	—	17,8 „	
Kieferdicke	—	13,5 „	

B. parvus Andrews.

Molaren.

Die typischen Stücke von „*Ancodon parvus*“ bei Andrews (l. c. pag. 190. Textfig. 62) sind ein M_1 und M_2. Ihre besonderen Merkmale gegenüber den entsprechenden Zähnen von *A. Gorringei* faßt Andrews mit folgenden Worten zusammen: „1. The cusps seem to be relatively higher; 2. the cingulum is much more strongly developed on the posterior end of the tooth; 3. the teeth are longer in proportion to their width; 4. the enamel is nearly smooth.“ Er fügt weiter hinzu: „Possibly when more is known of the species it may be necessary to refer it to a distinct genus.“

In dem mir vorliegenden Material befindet sich ein ganz tadelloser M_1 an einer schönen Milchgebißserie (Taf. III [XIX], Fig. 36—38), die nach der Beschreibung und dem mir vorliegenden Abguß des Originalstücks zu dieser Species gehören dürfte. Der Zahn ist ebenfalls verhältnismäßig schlanker im Grundriß, höher in den Spitzen und wesentlich glätter im Schmelz, als ein entsprechender Molar von *B. rugulosus*, zu dem er in der Größe etwa stimmen würde. Dazu sind, ebenso wie bei dem Londoner Original, was ich besonders hervorheben möchte, die Außenhalbmonde stärker und schiefer nach vorn gekniffen (s. den M_3 in Textfig. 17 d im Schlußkapitel), als bei *B. rugulosus* und allen übrigen Arten des Fajum, und, was mir ebenfalls besonders wichtig erscheint, die Vorderkante des hinteren von ihnen spät Y-förmig gegabelt und der vordere Gabelast am Vorderabschnitt deutlich nach innen von der Mitte angeheftet. Der hintere Abschluß beider Längstalabschnitte liegt, ebenso wie bei dem Londoner Original, ziemlich hoch. Das Basalband ist auf den Wölbungen der Außenhalbmonde, in gewissem Gegensatz besonders zu dem gleichgroßen *B. rugulosus*, so ziemlich in ganzer Breite erloschen. Hinten erscheint es, wie beim Typus, besonders stark entwickelt und scharfkantig. Ich möchte indes diesen Charakterzug nicht vor den anderen betonen. Denn der M_2 bei Andrews, der dieses Merkmal besonders deutlich zeigt, und ebenso der M_1 unseres Kiefers stehen hinten noch frei. In diesem Falle erscheint das Schlußcingulum immer, z. B. auch bei *B. Gorringei*, sehr ansehnlich, um später in der geschlossenen Zahnreihe durch Abkauung und auch Berührungsusur auf ein viel geringeres Maß herabzukommen. Immerhin ist der Unterschied gegenüber *B. Gorringei* auch in diesem Punkte ganz deutlich, wenn man entsprechende Stadien des Alters und der Abkauung vergleicht.

Der Zahn stimmt sonach mit dem M_1 des Londoner Stückes in allen wesentlichen Zügen recht gut überein, nur ist er erheblich größer. Er übertrifft sogar den M_2 jener Zahngruppe. Ein ferneres Stück in London (M 10351) ist noch wesentlich stärker (s. unten: Maße, b), ein in Stuttgart neuerworbenes Stück mit P_4—M_2 ebenfalls. Es zeigte sich aber schon bei der Besprechung der oberen Molaren, die ich zu dieser Art rechnen muß, daß sie mehr als die anderen Formen Größenschwankungen ausgesetzt sind. Beim Aufeinanderpassen kann man feststellen, daß das Londoner Original für die größeren jener Oberkieferzähne entschieden zu klein ist. Natürlich ist es nicht ausgeschlossen, daß sich

zwei nahe benachbarte Formen in dem Material verbergen, deren Trennung an der Hand reichlicher Belege einmal möglich werden könnte. Die größeren Molaren sind jedenfalls immer vergleichsweise breiter, als die des Originales.

Zu groß für die vorliegenden Antagonisten und etwa dem beschriebenen M_1 entsprechend ist auch ein wohlerhaltener, in Taf. III [XIX], Fig. 20—22 abgebildeter **M_3** der Stuttgarter Sammlung, der nach seinen sonstigen Eigenschaften ganz zu der Art oder Gruppe paßt[1]).

Sein Grundriß ist schlanker als bei *B. Gorringei*, da die größte Breite erheblich geringer ist, als die halbe Länge. Diese größte Breite liegt im vorderen Hauptabschnitt, was dem Grundriß einen nach hinten etwas keilförmigen, von *B. rugulosus*, zu dem die Größe stimmt, abweichenden Habitus verleiht[2]). Das Cingulum, vorn sehr kräftig, fehlt im Ausgange des Hauptquertales fast ganz, bildet aber in dem zweiten Winkel, vor dem hier nur sehr mäßig nach außen geneigten, relativ breiten Talonid ein breites, den Winkel fast ausfüllendes Säulchen, das den Zahn sehr auffallend kennzeichnet. Form und Höhe der Krone, Art der Gabelung der Vorderkante des hinteren Außenhalbmondes sowie der Anheftung des vorderen Gabelastes recht weit innen, relativ hoher hinterer Abschluß der Längstalabschnitte, besonders des vorderen, schließlich die im allgemeinen feinrunzelige, fast seidig glänzende Oberfläche des Schmelzes (nur in der Region des Basalbandes finden sich auch unregelmäßige gröbere Knötchen) entsprechen ganz gut dem oben beschriebenen M_1 und dem Verhalten des Originalstückes.

Besonders ist noch zu bemerken, daß die innere Wand des Talonids nach vorn zu besonders stark ausgebeult (Fig. 22) und der Innenraum dieser Auftreibung gegen das Hauptlumen des Talonids deutlich abgekammert ist. Die Spitze des Talonids bleibt gegen das Spitzenniveau der übrigen Molarenreihe etwas zurück.

Prämolaren.

An dem neuerworbenen Kieferstück sitzt noch in tadelloser Erhaltung der fast gar nicht bekaute **P_4**. Er ist vergleichsweise groß, hoch und hinten für einen P_4 recht schmal. Das Cingulum fehlt außen auf eine beträchtliche Strecke ganz. Innen ist es auch vergleichsweise schwach ausgebildet. Die für die übrigen Arten so charakteristische Gliederung der Innenseite ist, z. B. verglichen mit den Zähnen von *B. rugulosus*, viel weniger ausgesprochen, die Talonidgruben, vor allem die äußere, viel schwächer entfaltet.

Daß es sich hierbei nicht um individuelle Verkümmerung handelt, beweist ein zweiter, recht kleiner Prämolar (wohl ein **P_3**) vom Schmelzcharakter des *B. parvus*, der ebenfalls neu in die Sammlung kam. Seine Innenseite erscheint ganz analog vereinfacht.

Maße (a des Londoner Originalstücks, b eines zweiten Stückes in London):

	M_3	M_2 (a)	M_1	M_1 (a)	M_1 (b)	P_4
Länge	27,4	15,1	13,2	16,4	17	16,2 mm
Breite vorn	12,1	8	6,5	8,2	9,8	— „
„ mitten	11,6	—	—	—	—	8,2 „
„ hinten	8,2	8,8	7,4	8,8	11	8,1 „
Kieferhöhe	—	—	18	18,7	19,5	— „

1) Es stellt sich jetzt sogar heraus, daß er zu dem neuerworbenen Stück gehört.
2) In den Skizzen Textfig. 17 b und d nicht genau.

Milchgebiß.

Der schon erwähnte, in Taf. III [XIX], Fig. 36—38 abgebildete jugendliche Unterkiefer zeigt die ganze Reihe der Milchmolaren in tadelloser Erhaltung.

D_4.

Der letzte Milchmolar ist allerdings einigermaßen abgekaut. Darum läßt sich die Ausbildung seiner Krone nicht mehr in allen Einzelnheiten beobachten. Im Grundriß ist der dritte Abschnitt am breitesten, der vordere ein wenig breiter als der mittlere und nach außen (ob individuell?) merklich verschoben. Das Cingulum, sonst den Molaren entsprechend, ist am Vorderabschnitt auch außen und innen vergleichsweise kräftig ausgebildet, ganz wie bei dem oben beschriebenen, großen, zu *B. Andrewsi* gestellten D_4, nach dessen wohlerhaltener Krone man sich auch ein Bild von den am vorliegenden Stück verwischten Details der oberen Partien machen kann.

D_3.

Der mittlere Milchzahn ist ganz tadellos erhalten. Er hat bei unserer Form, im Gegensatz zu den *Ancodon* von Ronzon, drei vollständig entwickelte, nahezu gleichwertige Abschnitte. (Bei *Ancodon* sind auch drei Abschnitte vorhanden, aber der vorderste sitzt der höchsten, mittleren Spitze nur wie eine Nebenspitze an.)

Die Aehnlichkeit dieses D_3 mit einem tuberkulärsektorialen Zahn der Carnivoren ist überraschend. Die mittlere Spitze ist als Protokonid wesentlich höher, als die beiden anderen. Von ihr steigt, wie bei den bleibenden Prämolaren, eine Innenkante herab und schwillt, wie dort so oft, zu einem kleinen, aber deutlich abgesetzten Metakonid an. Es erinnert auch sehr an den Bau der Prämolaren der verwandten Formen, daß das Cingulum der Innenseite von vorn her zu diesem Metakonid in einer schrägen Leiste aufsteigt. Die Vorderspitze ist, wie gesagt, ziemlich selbständig, aber nicht mehr, als bei dem Parakonid der Carnivoren häufig genug der Fall ist. Der dritte Abschnitt des Zahnes schließlich dokumentiert sich durch seinen tiefen Ansatz deutlich als ein stark entwickeltes Talonid, an dem Hypokonid und Entokonid gleichmäßig ausgebildet sind. Ihre Form entspricht in allen Einzelheiten dem Typus der echten Molaren, und zwar übereinstimmend mit D_4 deren hinterem Abschnitt. Es ist sogar die für unsere Formen so charakteristische Gabelung der Vorderkante des äußeren Halbmondes schon ganz deutlich zu erkennen. Der dritte, bei D_3 allein gleichmäßig zweihüglige Abschnitt ist natürlich auch wesentlich breiter, als die übrigen. Hinten kann man schließlich sogar einen Ansatz zu einem Mesokonid erkennen. Denn das Cingulum springt auf der Innenseite ganz eckig vor, und zu dieser Ecke läuft von der Mitte des Talonids eine Kante hinüber. (Eine solche Kante führt auch sonst an den D_4 und den echten Molaren zum Schlußcingulum, auf dessen höchste, sonst meist in der Mitte der Hinterseite gelegene Ecke zu und läßt bei unbenutzten Zähnen der gesamten ägyptischen Formen diese Ecke wie eine Mesokonidknospe hervortreten.)

D_2.

Der durch ein kurzes Diastema (von 1 mm Länge) von D^3 getrennte vorderste der drei Milchmolaren ist einspitzig, zum Unterschiede von dem zweispitzigen D_2 von *Ancodon*[1]), bei dem ein Talonid recht selbständig vorspringt. Trotz dieses Mangels ist der Zahn verhältnismäßig groß, so daß man ihn für einen ausnahmsweise primitiv entwickelten Prämolaren halten könnte. Aber er steht mit

1) Filhol, Ronzon. pag. 182. t. 17 f. 102.

den beiden anderen Milchzähnen in demselben Niveau auf einer besonders hohen Strecke des Kieferrandes, ist also ein zweifelloser Milchzahn[1]). Damit bestätigt er die Milchzahnnatur des oben bei *B. Fraasi* besprochenen D_2, mit dem er in vielen Besonderheiten, die diese beiden Zähne von den vorliegenden Prämolaren unterscheiden, völlig übereinstimmt. So hat er fast genau dasselbe Längsprofil mit nach vorn verschobener Spitze, dieselbe einfache Ausbildung der Innenseite, auf der auch das deutlich markierte Cingulum nur auf der Brücke zwischen den beiden Wurzeln etwas ansteigt. Die Hinterkante des Zahnes bleibt sogar von der Spitze bis tief hinab ganz einfach. Erst ziemlich unten gabelt sich eine Art Innenkante ab[2]). Dort zeigt dann der Zahn, wie der D_2 von *B. Fraasi*, eine rudimentäre Talonidbildung mit innerer und äußerer Grube. Bei der vorzüglichen Erhaltung des vorliegenden Zahnes ist dann auch besser als bei *B. Fraasi* festzustellen, daß sein Schmelzbelag ganz nach Art der Milchmolaren, z. B. des oben geschilderten D^4 derselben Art (S. 19 [171]), dünner und an der Oberfläche glatter ist, als der der Molaren, ganz entsprechend den zierlicheren, schärfer zugeschnittenen Formen der Hügel und Kanten, die der Zahn besonders mit dem benachbarten D_3 gemein hat.

Maße der Milchzähne:

	(M_1)	D_4	D_3	d	D_2
Länge	—	19,1	14,6	1	10,4 mm
Breite vorn	—	7,1	4,7	—	3,6 „
„ mitten	—	6,6	4,9	—	— „
„ hinten	—	7,4	5,8	—	3,3 „
Kieferhöhe	18,7	—	—	—	19,8 „
Kieferdicke	10	—	—	—	6 „

Die letzten beiden Zahlen geben eine gute Vorstellung von der schmalen, hohen und vorn hoch bleibenden Form des Kieferknochens bei der Art, besonders im Vergleich mit den Verhältnissen des auf S. 42 [194] besprochenen, Taf. IV [XX], Fig. 7 abgebildeten jugendlichen Kiefers von *B. Andrewsi*.

II. Skelett des Rumpfes und der Gliedmaßen.

Ich habe mir vom Studium der Knochen des Körpers der ägyptischen Artiodactylen von vornherein nicht besonders viel Erfolg versprochen.

Natürlich ist das Material an solchen Knochenresten in ähnlichem Maße durch die neuen Aufsammlungen bereichert und vervollständigt, wie das der Gebisse. Aber es liegen noch immer keine zusammenhängenden Skelette oder Skelettabschnitte vor, die bei den amerikanischen Verwandten die Bearbeitung so sehr erleichtert haben und bei eingehenderen Vergleichen wohl noch viel reichere wissenschaftliche Resultate ergeben werden, als bisher. Es sind nicht einmal diejenigen Knochen unseres Materials als zusammen gefunden bezeichnet, die es gewesen sein müssen. (Wenigstens fanden sich mehr als einmal Nachbarknochen, die nach der Größe genau zusammenpassen und nach Farbe und Erhaltungszustand keine Unterschiede zeigen.)

Dabei ist die Verteilung der zerstreuten Knochen auf die verschiedenen Species mit deren genauerem Feststellen nicht einfacher und leichter geworden. An Stelle von drei oder höchstens vier Artiodactylen, mit denen Andrews zu rechnen hatte, treten jetzt mindestens sieben Formen, von denen mehrere sich in der Größe kaum unterscheiden.

1) S. die Anm. auf S. 37 [189].
2) S. oben S. 31 [183].

Allerdings handelt es sich bei den vorliegenden Knochen einstweilen wohl nur um die selenodonten Anthracotheriiden aus dem Genus *Brachyodus* im weiteren Sinne, also um (mindestens) 5 Arten. Von den 2 außerhalb dieses Kreises stehenden Arten kennen wir nur je einen Zahn. Also werden auch Knochen von ihnen große Seltenheiten sein. Es ist zu erwarten, daß wenigstens die einen oder anderen Knochen dieser seltenen Formen, z. B. die der Hand, von denen der *Brachyodus* nicht unerheblich abweichen, denn diese Tiergruppe ist auch in ihrem Skelett mehrfach stark spezialisiert und mit anderen Paarhufern kaum zu verwechseln. Tatsächlich ist mir bisher kein Fall bekannt geworden in dem aus morphologischen Gründen an eine der beiden seltenen Formen gedacht werden müßte. Der Fehler ist jedenfalls nicht groß, wenn man einstweilen nur mit dem Genus *Brachyodus* rechnet.

In diesem kleineren Kreise scheint tatsächlich bisher in den Skelettknochen dieselbe Anzahl verschiedener Formen unterscheidbar zu sein, wie in den Gebissen, sowohl nach dem Größenverhältnis, als nach der Häufigkeit. Es scheint auch, daß die nach dem Zahnbau enger zusammengehörigen Arten auch in der Ausbildung des Skelettes sich näher stehen. Die Knochen würden also das nach den Zähnen Festgestellte in willkommener Weise bestätigen. Aber sie tun es nur andeutungsweise, sie erbringen keinen wesentlichen Einwand gegen jene Einteilung. Damit muß man sich einstweilen begnügen. Man muß zufrieden sein, daß nach dem Größenverhältnis und gewissen anderen Kennzeichen sich das vorliegende Material ziemlich restlos auf die 5 odontographisch begründeten Formen verteilen ließ. Ich stelle aber die Resultate dieser bei bester Absicht doch immer ungenauen und oberflächlichen Methode ausdrücklich als durchaus vorläufig hin und gebe sie mit allem Vorbehalt. Endgültige Entscheidungen sind nur von zusammenhängend oder wenigstens deutlich zusammengehörig gefundenen Skeletten zu erwarten. Schon das Auffinden eines zusammenhängenden Skelettes auch nur einer Art, z. B. des häufigen *B. Gorringei*, wäre so von großem Wert und würde auch die Abgrenzung der übrigen Formen sehr erleichtern. Nach der Natur der bisherigen Funde ist es freilich fraglich, ob solche Ergänzungen je zu erwarten sind. Um so größeren Wert haben dann genaue Beschreibungen und Vergleiche, auf Grund deren eine plausible Gruppierung der Reste zu versuchen ist. Dieser Weg wurde im folgenden beschritten.

Beschreibung der einzelnen Skelettteile.

Wirbelsäule.

An Wirbeln liegt mir ein so geringfügiges und zum Teil so wenig günstig erhaltenes Material vor, daß ich darauf verzichte, zu den von Andrews gegebenen Beschreibungen einiger Wirbel aus verschiedenen Regionen der Wirbelsäule, die vor allem im Museum zu Cairo liegen, Zusätze zu machen.

Schultergürtel und Vordergliedmaßen.

Scapula.

Taf. V [XXI], Fig. 4—6.

Auch über die morphologischen Verhältnisse des Schulterblattes hat sich Andrews nach ziemlich reichlichem Material so ausführlich geäußert, daß ich im allgemeinen auf diese Beschreibungen verweise, da ich ihren Originalen besseres Material nicht gegenüberzustellen habe.

Es liegen mir aber doch 4 Glenoidalenden mit mehr oder weniger bedeutenden Resten des Blattes und der Spina vor, die jetzt im Verein mit dem Londoner Material eine ziemlich ausreichende Orientierung über die Artzugehörigkeit der Stücke zulassen.

Danach ist das von Andrews bei *B. parvus* untergebrachte Stück M 8429 mit 42 mm Halsbreite ebenso wie das Stück C 8640 seiner Serie zusammen mit drei in München liegenden Stücken (darunter Fig. 6) dem häufigen mittelgroßen *B. Gorringei* zuzuweisen.

Das merklich größere, bei *B. Gorringei* verzeichnete C 8637 seines Materials würde zu *B. Fraasi* gehören, ebenso wie das Bruchstück M 8510, dessen Maße ich in London nehmen konnte und unten mitteile.

Das wesentlich kleinere C 7832 unter *B. parvus* stimmt gut in den Maßen zu einem vierten Stück der Münchener Sammlung (Fig. 4 und 5), vor allem in der außergewöhnlich geringen Breite des Halses. Da dieses mir vorliegende Exemplar auch sonst ziemlich erheblich von der Scapula von *B. Gorringei* abweicht, bin ich geneigt, diese beiden Exemplare der mehr für sich stehenden Form des *B. parvus* zuzurechnen. An dem mir vorliegenden Stück ist auch das Acromion spinae fast ganz erhalten. Es steigt ziemlich hoch auf, biegt sich aber, soweit erhalten, gar nicht über den Hals herüber. Charakteristisch für dieses kleine Stück ist noch, daß das Tuberculum bicipitale am Rande des Acetabulum vergleichsweise weit vorspringt.

Der Processus coracoideus ist übrigens bei allen Stücken hakenförmig umgebogen, zum Unterschied von *B. brachyrhynchus* bei Scott.

Maße des Gelenkendes:

	B. Fraasi, London	*B. Gorringei*, München	*B. parvus*, München
Breite mit Proc. coracoideus	67,5	60	44 mm
„ der Gelenkfläche	53	44	31 „
Höhe „ „	43,5	41,5	29 „
Breite des Halses	48	43,5	27 „
Abstand des Acromion vom Rande der Gelenkfläche	—	31,5	23 „

Humerus.

Taf. V [XXI], Fig. 1—3, 11—14.

Ein vollständiger Oberarmknochen ist von diesen Formen noch nicht beschrieben. Ein solcher befindet sich in meinen Händen aus der Münchener Staatssammlung, ein kleines Stück von nur 23 cm Länge (Taf. V [XXI], Fig. 1—3, 11). Daneben liegen mir noch 5 Distalenden größerer Exemplare vor.

Auch bei dem vollständigen Stück ist das sehr spongiöse und darum gewöhnlich ganz fehlende Proximalende einigermaßen beschädigt, zeigt aber doch alle Hauptzüge der Ausbildung deutlich genug. Vor allem ist bemerkenswert, daß sich das Tuberculum majus nur wenig über das Caput humeri erhebt und proximal abgestutzt war. Der Sulcus bicipitalis ist breit, mäßig tief und, wie es scheint, von den (abgebrochenen) Nachbarecken des Tuberculum majus und minus nicht überbaut gewesen. Die Gelenkfläche des Caput humeri (Fig. 11) ist hinten, wie bei *Tapirus*, breit-schüsselförmig vertieft, ferner von rechts nach links und von vorn nach hinten stark verbreitert und nur flach gewölbt. Sie scheint auch nicht, wie gleichmäßig bei Pferd, Schwein und Wiederkäuern, hinten so stark distalwärts herabgezogen und rundlich-lappenförmig zugeschnitten zu sein, doch ist ein genauer Vergleich hier durch Beschädigung erschwert. Jedenfalls streckt sich das Caput humeri bei unserem Stück stark nach hinten, ohne die scharfe, distal gerichtete Zurückbiegung bei jenen modernen Formen. Diese Eigenschaft scheint ein altertümlicher Charakterzug der ganzen primitiven Gruppe zu sein. Bei *Anthracotherium* wenigstens, dessen besterhaltenen Humerus von Rochette Kowalevsky von der Rückseite abbildet [1]),

1) Anthrac. t. 10 f. 23.

hängt die Gelenkfläche des Caput humeri distalwärts nur sehr wenig herab und endigt breit abgeschnitten. Uebrigens scheint ähnliches bei Creodontiern vorzukommen, im Gegensatz zu der scharfen Herabbiegung der Gelenkfläche bei den modernen Fissipediern.

Der Schaft ist sehr schlank, fast gerade, und entbehrt bei dem ziemlich jugendlichen, proximal noch epiphysierten Knochen fast ganz der Muskelleisten. Dagegen läuft eine scharfe Kante ziemlich weit auf der Hinterseite herab, wie als Strebe für das weit vorspringende Caput humeri.

Für das gewöhnlich erhaltene Distalende liegen, wie gesagt, 6 Exemplare vor. Allen sind die von ANDREWS betonten Eigenschaften gemeinsam, ein Foramen supratrochleare, eine deutliche intratrochleare Kante der Gelenkrolle, Zurücktreten der Breite der lateralen Gelenkfläche für den Radius gegen die mediale, die stark vertieft ist (der Unterschied ist bei *B. brachyrhynchus* nach SCOTT viel geringer, und bei dem von KOWALEVSKY immer zum Vergleich herangezogenen *Diplopus* ist die laterale Fläche sogar breiter als die mediale), dann der auffallend rechtwinklige Zuschnitt der hinteren Hälfte des breiten Entocondylus (Fig. 2 u. 14). Der mediale Rand der Trochlea ist ein scharfer Kamm, der allerdings nicht so weit vorspringt, wie bei *Diplopus*.

Im einzelnen zeigen nun die vorliegenden Stücke Unterschiede, nicht nur in der Größe. Der vollständige Humerus gehört einer kleinen Form an von schlanken Verhältnissen, z. B. verglichen mit dem Skelett von *B. brachyrhynchus* (SCOTT. pag. 489) und dem von *Sus*, um mich auf einen bekannten Typus zu beziehen. Trotzdem haben wir in dem Stück vielleicht noch nicht die hochläufigste Form des Fajum vor uns, den in vielen Punkten abweichenden *B. parvus*, sondern nur den ziemlich häufigen *B. rugulosus*, denn das Exemplar stimmt sonst mit *B. Gorringei*, von dem 4 Stück des Proximalendes vorliegen, nahe überein. Vor allem ist die Gelenkrolle bei beiden sehr charakteristisch gestaltet. Sie ist von rechts nach links recht breit bei mäßiger Dicke (Fig. 13). Der Entocondylus neigt sich nicht, wie bei den heutigen Ungulaten, vor allem den Artiodactylen, gegen die Fossa olecrani, sondern auf der Hinterseite sehr charakteristisch medialwärts, und zwar bei *B. Gorringei* noch wesentlich mehr als bei der kleinen Form. Die Distalansicht des Humerus erhält dadurch eine ganz schiefe Form, die sehr in die Augen fällt.

Das sechste Stück (Fig. 12, 14) übertrifft die von *B. Gorringei* nur wenig in der Größe, ist aber wesentlich schwerer gebaut, mit ziemlich dicker Gelenkrolle. Entocondylus und distaler Umriß sind viel weniger schief. Dafür ist der Schaft, dessen ganze distale Hälfte erhalten ist, deutlicher gekrümmt, als bei den anderen (nicht in der Seitenansicht!). Das Exemplar gehört ganz sicher einer anderen Art an und dann zweifellos zu *B. Fraasi*. Auch aus dem englischen Material, soweit es mir vorlag, möchte ich das von ANDREWS erwähnte M 8862 und ein seither neuerworbenes, M 9463, zu *B. Fraasi* stellen.

Maße:

	B. Fraasi	*B. Gorringei*	*B. rugulosus*
Länge	—	—	230 mm
Querdurchmesser, Proximalende, rechts—links	—	—	43 „
„ „ „ vorn—hinten	—	—	61 „
„ Schaft unter der Mitte, rechts—links	29,3	23,5	20 „
„ „ „ „ „ vorn—hinten	37,5	27	21 „
„ Distalende, rechts—links	62	59	46 „
„ „ „ vorn—hinten	55,5	42,5	41 „
„ kleinster der Gelenkrolle, vorn—hinten	29	23	21 „

Radius.

Taf. V [XXI], Fig. 9, 10, 15—21.

Beide Knochen des Unterarmes liegen in situ vereinigt im Stuttgarter Naturalienkabinett in einem jugendlichen Stück (Fig. 9, 10), dessen Maße an die des europäischen Elches fast heranreichen. (Herr Dr. DIETRICH hatte die Freundlichkeit, mich die von ihm zusammengestellten Maße des Materials einsehen zu lassen, das von unserem stattlichsten Cerviden im Naturalienkabinett vorhanden ist.) Die Langknochen des wertvollen Stückes sind zwar etwas verdrückt und eingebrochen, beide Enden sind aber fast tadellos erhalten.

Die vollständige Speiche des Stückes ist sehr schlank gebaut und, wie auch anscheinend alle die übrigen Bruchstücke, zum Unterschiede von FILHOLS Angaben über den Radius des *Ancodon* von Ronzon[1]), dorsalwärts nur wenig gekrümmt.

Vom Proximalende ist von derselben Art noch ein trefflich erhaltenes Stück (Fig. 16, 17) lose vorhanden. Der Knochen ist hier breit und dorso-palmar vergleichsweise sehr niedrig. Die Gelenkfläche für den Humerus trägt einen gerundeten Mittelkamm. Ihr lateraler Abschnitt ist breiter als der mediale, nahe dem Mittelkamm mit mäßig tiefer Furche, weiter lateral recht flach. Der mediale Abschnitt weicht schräg zurück und ist unter seinem schiefen medialen Rande ausgehöhlt. Dieser Typus herrscht auch bei den anderen vertretenen Formen.

Das proximale Ende des Schaftes ist dorsal halbzylindrisch. Auf der Palmarseite, wo es die unter anderem auch beim Schwein vorhandenen zwei Gelenkflächen für die Ulna sehr deutlich zeigt, ist es flach, nahe dem Ende sogar etwas ausgehöhlt und dort besonders stark gerauht. Das Spatium interosseum gegen die Ulna ist auffallend geringfügig. Distalwärts wird der Querschnitt des Schaftes hoch anstatt breit, dorsal mit einer von zwei gerundeten Kanten begrenzten Abflachung, palmar mit einer bald scharf vorspringenden Schneide, an die sich eine mediale Schneide der Ulna anlegt. Die Form des Radius weicht hier besonders auffallend von der bei modernen Suiden und Ruminantiern ab.

Das Distalende ist ebenfalls dorso-palmar vergleichsweise sehr dick. Seine Gelenkfläche neigt sich schief nach vorn-innen, die dorso-mediale Ecke, der Processus styloideus, springt scharf über das Scaphoid vor (s. S. 53 [205]). Sehr charakteristisch ist die Ausbildung einer innen durch eine scharf geschnittene Furche begrenzten, in der Mitte des Dorsalrandes der Gelenkfläche vorragenden Pyramide, die über das aufsteigende Horn der Lunare (s. S. 54 [306]) übergreift. Sie ist bei modernen Suiden durch eine vorspringende Ecke desselben Randes bescheiden angedeutet, aber ihr Innenhang verfließt dort ohne Grenze. Die distale Endfläche eines Radius von Hempstead, die KOWALEVSKY als zu *Ancodon* gehörig abbildet[2]), stimmt zu den mir vorliegenden Stücken ebensowenig, wie SCOTTS Beschreibung der amerikanischen Formen[3]).

Es ist zweifellos, daß das prächtige Stück der größten *Bothriogenys*-Art des Materials, *B. Fraasi* zuzurechnen ist.

Von dem übrigen Material zähle ich 5 nur etwas schwächere Proximalstücke zu *B. Gorringei*, entsprechend den sonst waltenden Beziehungen in Größe und Häufigkeit. Von 2 kleineren ist das besser erhaltene (Fig. 18, 19) längst nicht so abgeflacht auf der Dorsalseite, wie alle jene. Auch ist der laterale Anteil seiner Gelenkfläche weniger ausgedehnt. Wegen dieser immerhin auffallenden Abweichungen

1) Ronzon. pag. 464.
2) Hyop. t. 36 f. 3[a].
3) Struct. a. Relat. pag. 475.

möchte ich den etwa bis zur Hälfte des Schaftes erhaltenen Knochen zu dem mehr abseits stehenden *B. parvus* rechnen, für den auch seine Größe gut passen würde. Im British Museum liegen 2 Proximalenden von Radien — als *A. parvus* bei ANDREWS l. c. pag. 190 — von den Verhältnissen von *B. Gorringei*, aber viel kleiner. Ich rechne sie zu *B. rugulosus* und gebe von dem größeren von ihnen (M 8156a) die Maße.

Vom Distalende liegen noch 2 gut erhaltene Epiphysen vor (Stuttgart), eine wohl von *B. Gorringei* (Fig. 20), da sie von dem oben zuerst beschriebenen Exemplar nur wenig in der Größe, aber deutlich in Einzelheiten der Gelenkfläche abweicht. Die andere (Fig. 21) besitzt, trotzdem sie von einem ziemlich jungen Tier herrührt, so viel bedeutendere Maße (s. unten), als alle anderen, daß sie auf ein sehr viel größeres Tier hindeutet. Sie paßt durchaus zu *B. Andrewsi*, von dem auch sonst noch einige Skelettreste gefunden wurden.

Maße:

	B. Andrewsi	*Fraasi*	*Gorringei*	*rugulosus*	*parvus*
Länge	—	359	—.	—	—
Breite (rechts—links) proximal	—	46,5	—	34	30
„ Schaft in $^1/_4$ der Länge	—	21,5	—	17	15
„ „ „ $^3/_4$ „ „	—	22,5	—	—	—
größte Breite distal, Epiphyse (schief)	62	52,5	46	—	—
„ „ „ Gelenkfläche (schief)	64	50	48,5	—	—
Höhe (dorso-palmar) proximal	—	23	—	19,5	21,3
„ Schaft in $^1/_4$ der Länge	—	17	—	15	12
„ „ „ $^3/_4$ „ „	—	31	—	—	—
Größte Höhe distal, Epiphyse	48	41	—	—	—
„ „ „ Gelenkfläche	38,5	32	26,5	—	—

Ulna.

Taf. V [XXI], Fig. 7—10.

Die Elle ist bei dem vollständigen Exemplar von *B. Fraasi* (Fig. 9, 10 *u*), abgesehen von den viel schlankeren Verhältnissen, der von *B. brachyrhynchus?* bei SCOTT (t. 24 f. 6) recht ähnlich geformt, nur, wie der Radius, fast gerade. Sie ist weit verschieden von dem bei FILHOL unter *Ancodon* abgebildeten Bruchstück (t. 18 f. 104), das, wenn es richtig gezeichnet ist, wohl gar nicht in diese Gruppe gehört. Bei unserem Stück nimmt die Ulna distalwärts an Stärke bis zum Ansatz der Epiphyse kaum ab, nur geht die Lage des größten Querschnittes aus der dorsopalmaren Richtung fast in die quere über.

Das Proximalende ist, bis zum Processus anconaeus gemessen, von der Seite gesehen ziemlich genau quadratisch, also länger als bei *B. brachyrhynchus*. Es ist besonders ausgezeichnet durch die ganz außerordentliche Entwicklung der von den verwandten Formen bereits bekannten Sehnenfurche am Olecranon. Der Processus anconaeus biegt sich nur mäßig stark auf und nicht über die Cavitas sigmoidea über. Die Gelenkfläche dieser letzteren für den Humerus ist dem Processus anconaeus in gewohnter Weise unsymmetrisch sattelförmig aufgelagert. In der Tiefe des Sinus ist sie meist schmal (Fig. 8), um dann auf den Rand des aufgelagerten Radius zu sich medial allmählich, lateral erst zuletzt ganz plötzlich zu erweitern.

Der nur leicht nach oben gekrümmte Schaft ist proximal hoch und schmal, dazu, wie gewöhnlich, dorsal mit gerauhter Abflachung für den Radius. Distal verschiebt sich die Auflagerung des Radius ganz auf die mediale Hälfte der breit werdenden Dorsalfläche. Der zuletzt breit-dreieckige Querschnitt springt medial als scharfer Grat vor. Auch lateral und palmar verlaufen scharfe Kanten.

Das Distalende schwillt bis zur Epiphysalnaht etwas keulenförmig an, verjüngt sich dann

zum Capitulum, dessen Gelenkfläche ähnlich *B. brachyrhynchus* und auch *Sus* gestaltet ist, mit einer großen, sattelförmigen Facette für das Cuneiforme und einer von ihr nicht sehr scharf getrennten für das Pisiforme. Die dorsolaterale Ecke springt ähnlich in einem Processus styloideus spitz vor, wie der Radius. So gewährleisten beide im Dienste gesteigerter Lokomotionsfähigkeit eine bessere Verankerung mit dem Carpus und eine festere Zusammenpressung dieses vielgliederigen Abschnittes der Vordergliedmaße.

Zu *B. Fraasi* stimmt nun noch recht gut das Stück M 8863 des British Museum. *B. Gorringei* ist ziemlich reichlich vertreten. Unverdrückte Exemplare in Stuttgart zeigen, daß der Schaft etwas stärker gekrümmt ist, wohlerhaltene Proximalenden (Fig. 7, 8?) sind etwas kompakter geformt, als die von *B. Fraasi*. Die kleineren von Andrews erwähnten Stücke gehören, wir es mir scheint, zum Teil zu *B. rugulosus*, so das besterhaltene (M 8508 b), dessen Schaft mäßig gekrümmt und jenseits der Mitte nach der lateralen Seite sehr flach verbreitert ist. Zu *B. parvus* würden dann die in derselben Region weniger abgeflachten mit dicker und dichter Compacta gehören.

Maße:

	B. Fraasi	*B. Gorringei*
Länge	440	— mm
„ des Olecranon vom Processus anconaeus an	58	49 „
Breite an der Fossa sigmoidea	38	33 „
„ Schaft bei $^1/_2$	23	— „
„ „ „ $^2/_3$	30	— „
„ distale Epiphyse	33	— „
Höhe, dorso-palmar, Olecranon	60	47 „
„ Fossa sigmoidea	45,5	35,5 „
„ Schaft bei $^1/_2$	33	— „
„ „ „ $^2/_3$	23	— „
„ distale Epiphyse	35	— „

Scaphoideum.

Taf. VII [XXIII], Fig. 1—5.

Der mediale Knochen der proximalen Reihe des Carpus ist bei den ägyptischen *Brachyodus* ähnlich geformt, wie beim amerikanischen *B. brachyrhynchus*. Er liegt in 3, unter sich recht deutlich verschiedenen Exemplaren vor, einem vollständigen linken, den Verhältnissen nach von *B. Fraasi* (Nat.-Kab. Stuttgart, Fig. 1—4), einem besonders schön erhaltenen von *B. Gorringei* (Brit. Mus. M 10217 Textfig. 3) und einem sehr viel kleineren, nach der Struktur des Knochens noch nicht voll ausgewachsenen, etwas beschädigten rechten von *B. rugulosus* (Nat.-Kab. Stuttgart, Fig. 5).

Charakteristisch ist für alle 3 vor allem die mediale Seitenansicht mit dem sich an der Distalseite palmarwärts vorschiebenden Fortsatz. Er überragt das Lunare, wenn er auch um dessen

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 3. Scaphoideum von *Brachyodus Gorringei* Andr. Brit. Mus. (Nat. Hist.) M 10217. $^4/_5$ nat. Gr.
Fig. 4. Scaphoideum von *Anthracotherium magnum* Cuv. nach Kowalevsky, Anthrac. t. 11 f. 38. $^4/_5$ nat. Gr.

palmare Seite nicht so stark gebogen herumgriff, wie es Kowalevsky vom *Ancodon* von Ronzon beschrieben hat[1]). Auch das Scaphoid von *Anthracotherium* besitzt diesen Fortsatz, wie vorstehende Textabbildung 4 zeigt, aber er tritt weniger selbständig hervor, weil bei ihm die proximale Gelenkfläche für den Radius viel ausgedehnter ist. An dieser Gelenkfläche fällt bei unseren Stücken die sehr schiefe, dorsomedial geneigte Lage auf. Sie setzt den gleich zu schildernden schiefen Abfall des Lunare fort und entspricht dem die Gelenkverbindung festigenden scharfen Uebergreifen des Processus styloideus am Radius.

Weitere Details:

Ein dorso-lateralwärts sehender, auffallend stark distalwärts abhängender Teil der proximalen Gelenkfläche ruht gegen den pyramidalen Zapfen am dorsalen Rande des Radiusendes. Die innere, laterale Seite des Knochens (Fig. 4) trägt am proximalen Rande hin eine länglich-dreieckige Gelenkfläche für das Lunare. Eine zweite, distal gelegene ist schmal und ruht auf einem am distalen Rande des Knochens winklig vorspringenden, in einen Ausschnitt des Lunare eingreifenden Zahn. Sonst zeigt die laterale Seite nur rauhe Gruben und Furchen, trotz des ausgedehnten und engen Anschlusses an das Lunare. Die distale Gelenkfläche ist lang, schmal und zweiteilig. Das dorsale Drittel, von rechts nach links flach konvex, gelenkt mit dem Magnum. Der palmar liegende Rest, ebenfalls rechts-links konvex, aber dorso-palmar konkav, ruht dem Trapezoid auf.

Für das massige, vor allem nahe dem Dorsalrande stark verdickte Scaphoid, das ich *B. Fraasi* zuzähle (Fig. 1—4), ist noch charakteristisch die Höhe des nicht sehr tiefen dorsalen Anteiles, das starke Absinken des palmaren Fortsatzes, der sich ohne Lücke ganz dem Trapezoid anschmiegt, und das scharfe Vorspringen des Zahnes am distalen Rande der Innenfläche.

Das von *B. Gorringei* (Textabbildung 3) ist gleichmäßiger dünn, dorsal niedriger, entsprechend der großen Schiefe des Lunare dieser Art, und am proximalen Rande wesentlich tiefer. Dementsprechend ist der palmare Fortsatz kürzer, etwa wie bei *Anthracotherium* (vgl. Textabbildung 4). Er ist auch weniger abgebogen und von der Gelenkfläche mit dem Trapezoid durch eine Furche abgetrennt.

Das kleine, dritte Scaphoid (*B. rugulosus*, Fig. 5) ist besonders flach und vergleichsweise hoch. Sein Palmarfortsatz ist kurz, breit und hoch.

Maße:

	B. Fraasi	*B. Gorringei*	*B. rugulosus*
Höhe, dorsal	29,4	25	19,7 mm
Tiefe (dorso-palmar), proximal	24,7	26,9	15 „
„ „ distal	40,4	40,2	26,6 „
Breite (rechts-links) der Radiusfläche	19	14,8	10,2 „

Lunare.

Taf. VII [XXIII], Fig. 6—18.

Die bizarre Gestalt des Lunare, von dem 9 Exemplare vorliegen, erscheint im ersten Augenblick befremdlich. Im Hinblick auf die Gestalt des Knochens bei anderen Anthracotheriiden läßt sie sich indes leicht als ein hohes Stadium der Spezialisierung erklären, das dort in verschiedenen Stufen vorbereitet ist.

Bei dem schwerfällig gestellten *Anthracotherium* selbst (Kowalevsky, Anth. t. 11 f. 37) besitzt der Knochen allerdings sehr massive, an unsere Stücke kaum entfernt erinnernde Form. Auch bei dem von demselben Autor abgebildeten Exemplar eines *Ancodon* von Ronzon herrscht noch die niedrige,

1) Hyop. pag. 46.

gedrungene Form (s. Textabbildung 5). Bei dem amerikanischen *Brachyodus brachyrhynchus* betont dagegen Scott „the presence of an extension of the proximal portion toward the ulnar side“ als einen wesentlichen Unterschied gegenüber den europäischen Formen. Gegenüber dem hier abgebildeten und dem von Kowalevsky gezeichneten Stück von Ronzon (l. c. t. 38 f. 5*l*) trifft das auch zu. Wenn man aber die Zeichnung eines anderen Lunare von Ronzon bei Filhol (Ronz. fig. 122) richtig dreht, so kann man ein mit zunehmender Höhe des Lunare immer mehr hervortretendes proximales Aufsteigen der lateralen Seite im Kontakt mit dem Cuneiforme hier schon nicht verkennen. Es tritt sogar besser hervor, als in der nicht allzu deutlichen Zeichnung bei Scott (t. 24 f. 7).

Fig. 5. Lunare von *Ancodon eburnus* Aym. Münchener Staatssammlung. $^4/_5$ nat. Größe.

Bei den ägyptischen Stücken erreicht diese besondere Ausbildung des Lunare einen ganz extremen Grad. Der proximale Vorsprung tritt ganz hornartig hervor, um so mehr als das Scaphoid und die ihm benachbarte radiale Seite des Lunare die Streckung nicht mitmachen und recht niedrig bleiben. Die proximale Tarsalreihe bekommt dadurch einen ganz schiefen Aufbau, der sich in dem oben besprochenen, besonders schiefen Zuschnitt des distalen Endes des Radius widerspiegelt.

Es ist dann für das Lunare der ägyptischen Formen noch sehr bezeichnend, daß auf der distalen Seite die Fläche für das Magnum die für das Unciforme stark überwiegt. Von nahe verwandten Formen wird das Umgekehrte angegeben, wie es bei *Anthracotherium* und auch bei *Sus*, noch ausgesprochener bei *Oreodon* (Scott) zu finden ist. Der distale Vorsprung, der zwischen Magnum und Unciforme eindringt, ist daher bei unseren Stücken lateralwärts verschoben, nicht medialwärts, wie bei jenen Formen. Uebrigens ist bei *Ancodon* nach Kowalevsky die Fläche für das Magnum wenigstens auf der Palmarseite die breitere, während dorsal die für das Unciforme noch etwas überwiegt.

Details der Ausbildung:

Quer über die Dorsalseite verlaufen bei manchen Stücken Furchen und Wülste, wie sie auch sonst bei Artiodactylen gelegentlich vorkommen. Die Proximalseite wird von der Gelenkfläche für den Radius ganz eingenommen, geteilt durch eine stumpfe Kante vom oben erwähnten Horn der lateralen Seite schräg zur Mitte der Radialseite. Beide so entstehenden Anteile der Gelenkfläche für den Radius sind für sich konkav, der lateral liegende fällt besonders steil von der Kante ab. Auf der Medialseite des Knochens trennt eine unregelmäßige, in der Mitte grubig vertiefte, dorsopalmare Mittelfurche eine proximale Gelenkfläche für das Scaphoideum von einer zweiten, distalen für denselben Nachbarknochen. Die Lateralseite besitzt eine Gelenkfläche für das Cuneiforme, proximal nur an dem hornartigen Fortsatz der Dorsalseite, distal in der ganzen Tiefe des Knochens, palmarwärts verbreitert. Auf der Distalfläche trennt eine lateralwärts konkave Kante die sanduhrförmige, besonders palmarwärts stark konkave Gelenkfläche für das Magnum von der durchweg schmäleren, sehr schief liegenden für das Unciforme. Die palmare Seite des Knochens ist knorrig mit schief-dreieckigem Umriß (Fig. 18), niedriger als die dorsale (wenn auch nicht in dem Maße, wie bei den Perissodactylen). Auch sie trägt proximal einen Vorsprung, der sich aber an das Scaphoid anlehnt. Dadurch erscheint der ganze Knochen in seiner etwas eingezogenen Mittelpartie verdreht, wie es unter den Artiodactylen vor allem sonst bei den Ruminantiern, sehr schön auch bei *Elotherium* zu beobachten ist.

Das Lunare der ägyptischen *Brachyodus* ist nach dem Gesagten ein auffallendes Beispiel, wie

plastisch sich gegenüber äußeren Einflüssen selbst ein Carpalknochen verhalten kann, während wir doch sonst gewöhnt sind, abgesehen von Reduktions- und Verschmelzungserscheinungen, gerade in den Knochen des Carpus und Tarsus ein besonders zähes Festhalten an den einmal erworbenen morphologischen Charakteren vorzufinden. Zwar ist auch bei unseren Formen der allgemeine Artiodactylenhabitus unverkennbar, und gewisse bei den näheren Verwandten herrschende Hauptzüge sind ebenfalls gewahrt. Aber diese Charakterzüge erscheinen wie in einer Karikatur übertrieben und verzerrt mit der Umformung des ganzen Carpus zum Schlankeren und Zierlichen, der hier gerade das rings eingeschlossene und eingepreßte Lunare besonders gemodelt hat.

Die Zurechnung der vorliegenden 9 Exemplare macht einige Schwierigkeit. Es ist indes wohl erlaubt, die zwei größten und massigsten Stücke im Stuttgarter Naturalienkabinett (Fig. 6—8, 13, 14) *B. Fraasi* zuzuteilen. Bei ihnen ist das proximale Horn der Dorsalseite stumpf und nicht sehr hoch, die Dorsalseite selbst bei dem besterhaltenen, in Fig. 6—8 abgebildeten Stück besonders stark querrunzelig. Ein drittes Stück derselben Sammlung von fast gleicher Größe (Fig. 17, 18) gehört wohl auch hierher. Zu *B. Gorringei* zähle ich vor allem ein schönes, in Textabbildung 6 gezeichnetes Lunare aus dem British Museum (M 10214). Bemerkenswert ist die fast runzelfreie Dorsalfläche und die bedeutende Höhe ihres proximalen Hornes. Die Höhlung für den Buckel des Magnum in der Distalfläche ist besonders tief, so daß die mediale Fläche für das Scaphoid in der Mitte stark verschmälert erscheint. Ein defektes Stück der Münchener Staatssammlung zeigt ähnliche Verhältnisse. Zwei kleinere, etwas korrodierte des Stuttgarter Naturalienkabinetts, z. B. Fig. 9, 10, die ebenfalls in der Form nahe verwandt sind, rechne ich zu *B. rugulosus*. Ein ganz kleines Exemplar dieser letzteren Sammlung (Fig. 15, 16, Maße unten) deutet durch die zarte Ausbildung der Compacta auf ein sehr junges Tier. Es fällt auf durch große Höhe und Schmalheit. Ein anderes ziemlich kleines Stück (Fig. 11—12) weicht vor allem in der Gestalt der palmaren Seite wesentlich ab. Es würde dem ferner stehenden *B. parvus* zugehören können.

Fig. 6. Lunare von *Brachyodus Gorringei* Andr. Brit. Mus. (Nat. Hist.) M 10214. $^4/_5$ nat. Größe.

Es ist nun von taxonomischem Interesse, daß alle diese aus dem ägyptischen Material bisher in meine Hände gelangten Lunaria mit geringen Schwankungen denselben hochspezialisierten Typus zeigen, der scharf gegen die *Ancodon* von Ronzon absticht. Die beiden ersten Formen gehören, ganz entsprechend dem Verhalten der Zähne, besonders eng zusammen.

Maße:

	B. Fraasi	*Gorringei*	*rugulosus* juv. (Fig. 15)	*parvus*
Dorsalfläche, Höhe	38	37,7	23	26 mm
„ radio-ulnare Breite, distal	24,8	23	12,2	15 „
„ „ „ „ mitten	19,3	16,8	9,8	13 „
Tiefe, dorso-palmar	41	36,4	25,4	30 „
Palmarfläche, Höhe	29,6	24,8	16,4	15 „
„ radio-ulnare Breite, distal	24,4	22	13,5	21 „

Cuneiforme carpi.

Taf. VII [XXIII], Fig. 19—32.

Es liegen im ganzen 8 Exemplare vor, 5 davon tadellos erhalten (Stuttgarter Nat.-Kabinett). Nach den Beschreibungen und Abbildungen bei Kowalevsky, Filhol (fig. 121 ist dort eine

Ansicht der medialen, zum Lunare gewandten Seite, aber umzukehren, da in der Zeichnung die distale Seite oben ist) und Scott (ohne Abbildung) weicht der Knochen bei unseren Tieren von den dort behandelten Formen nur in Einzelheiten ab, vor allem, wie zu erwarten, in dem starken Ansteigen seiner Dorsalseite gegen den hohen Fortsatz des Lunare hin, an den er sich anlehnt. Dieses Aufsteigen auf der medialen Seite fällt um so mehr auf, als die sattelförmige Gelenkfläche für das sehr entwickelte Capitulum ulnae auf der lateralen Seite des Cuneiforme recht tief hinabsteigt (bei *a* z. B. auf Fig. 19). Ferner ist die distale Gelenkfläche für das Unciforme vergleichsweise stark ausgehöhlt, entsprechend der starken Wölbung an diesem Knochen. Diese Eigentümlichkeiten kommen in der Abbildung der dorso-lateralen Außenseite des Knochens (Fig. 19, 21, 23, 26, 30, 31) sehr charakteristisch zum Ausdruck. Ich kann zum Vergleich auf die Abbildung bei Kowalevsky (t. 38 f. 5*p*) hinweisen, wenn diese auch, rein dorsal gesehen, mit unseren Photographien der dorso-lateralen Außenseite nicht ganz vergleichbar ist. Die viel niedrigere, gegenüber den ägyptischen Stücken viel weniger prägnant spezialisierte Ausbildung des Knochens ist auf den ersten Blick deutlich.

Spezialbeschreibung.

Der horizontale Querschnitt ist bei allen Stücken ein Dreieck mit gewölbter dorso-lateraler Seite. Die proximale Seite wird ganz von der schon erwähnten Fläche für die Ulna eingenommen, die schief-sattelförmig, dorso-palmar stark konkav ist. An sie stößt auf der radialen Seite die vor allem dorsal stark entwickelte proximale Fläche für das Lunare. Die zweite, distale für diesen Nachbarknochen, jenseits einer breiten, rauhen Rinne, ist in ganzer Tiefe, doch vorwiegend palmar ausgebildet. Die Palmarseite ist bis über die Mitte hinab von der großen, ebenfalls an die Ulna-Gelenkfläche anstoßenden, ovalen Fläche für das Pisiforme besetzt. Der Distalseite liegt nur die große, dorso-palmar tief konkave Gelenkfläche für das Unciforme auf. Sie greift ulnarwärts etwas auf einen knorrigen, distalen Vorsprung über, der ziemlich ungleichmäßig entwickelt auftritt.

Die 6 vollständigen Stücke, die mir vorliegen, zeigen 4 verschiedene Typen. Das etwas plump gebaute Exemplar (Fig. 21, 22) rechne ich *B. Gorringei* zu. Der proximale Fortsatz am medialen Rande der Dorsalseite ist breit gerundet. Die distale Fläche für das Unciforme entspricht gut der breiten oberen Abrundung des in Textabbildung 7 (S. 60 [212]) dargestellten neuerworbenen Unciforme von *B. Gorringei* der Stuttgarter Sammlung. Zwei andere Stücke, von denen eines (Fig. 19, 20) in den Maßen (s. unten) das vorige etwas übertrifft, sind eleganter ausgearbeitet. Der proximale Fortsatz ist hoch und mehr eckig zugeschnitten. Die distale Fläche dieser Stücke für das Unciforme ist eng gekrümmt. Sie paßt mit dem spitz übergreifenden Fortsatz der Dorsalseite völlig (besonders das Stück Fig. 19) auf das Unciforme Fig. 42. Ich zähle diese zu *B. Fraasi*. Ein schlecht erhaltenes Exemplar von diesem Typus ist das größte von allen vorliegenden. Es paßt aber durchaus nicht zu dem vergleichsweise größeren Unciforme von *B. Andrewsi* (Fig. 39, 40). Die 3 kleinen Exemplare, die vorliegen, sind ebenfalls recht verschieden. Die 2 in Fig. 23—25 und 30, 31 dargestellten, ein linkes und ein rechtes, an der medialen Kante ziemlich hoch und im Habitus dem von *B. Gorringei* (Fig. 19) recht ähnlich, gehören mit den *B. rugulosus* zugerechneten Unciformia zusammen. Das zweite, ein rechtes (Fig. 32), ist, soweit trotz seiner Beschädigung festzustellen ist, medial viel niedriger. Sein distaler Fortsatz hängt besonders weit über die laterale Seite des Unciforme herab. Sein Umriß nähert sich dem des Unciforme von *Anoodon* von allen am meisten. Entsprechend diesen Abweichungen im allgemeinen Habitus dürfte es zu *B. parvus* gehören.

Maße:

	B. Fraasi	*Gorringei*	*rugulosus*	*parvus*	*Ancodon*
dorso-laterale Außenseite, medialseitige Höhe	33	35,5	17,6	20,8	15,3 mm
„ „ „ distale Breite	32,6	32,5	20,7	22	17,6 „
dorso-palmare Tiefe	29,5	28	19,6	18,1	13,8 „

Pisiforme.

Taf. VII [XXIII], Fig. 33—35.

Das Pisiforme, das Kowalevsky von *Anthracotherium* in gut erhaltenen Stücken vorlag (Anthr. pag. 302. t. 11 f. 58), ist von *Ancodon* und seinen näheren Verwandten bisher nicht bekannt. Es war daher recht willkommen, daß sich unter dem Material des Stuttgarter Naturalienkabinetts 3 etwa gleich große Exemplare fanden, 2 rechte und ein linkes.

Auf der in Fig. 34 abgebildeten, außerordentlich rauh und höckerig ausgebildeten (lateralen) Außenseite des besterhaltenen Stückes sind alle wesentlichen Eigentümlichkeiten zu beobachten. Auffallend ist zunächst der sehr tiefe Ausschnitt in der verdickten Distalseite[1]). Proximal ist der ganze Knochen zu einer unregelmäßigen, schmalen oder sogar scharfen Schneide verschmälert. Die große Gelenkfläche für das Cuneiforme an der dorsalen Querfläche ist leicht konkav, am stärksten an der proximalen Ecke, wo sie sich spitz auf einen hakenartigen Vorsprung hinaufzieht, der die anstoßende Ecke des Cuneiforme umfaßt. An diesen zugespitzten Teil der Fläche stößt mit scharfer Kante auf der lateralen Außenseite die viel kleinere, ausgehöhlte Gelenkfläche für das Capitulum ulnae. Die (mediale) Innenseite ist viel flacher und glatter ausgebildet. In der Gesamtform erinnert der Knochen einigermaßen an das ungeschickt rechteckige Pisiforme von *Sus*. Von dem sehr lang ausgebildeten von *Anthracotherium* unterscheidet er sich durch die breit-plattige Form, besitzt aber sonst, wie die unten mitgeteilten Maße für beide Genera und der Vergleich mit der Abbildung bei Kowalevsky zeigen, mehrfach analoge Verhältnisse.

Das besterhaltene der vorliegenden Stücke paßt zu dem gut erhaltenen linken Cuneiforme von *B. rugulosus* (Fig. 30). Danach würden die zwei abgebildeten dieser doch immerhin ziemlich häufigen Species angehören. Für das Cuneiforme von *B. Gorringei* sind die Gelenkflächen jedenfalls viel zu klein. Das dritte von stark abweichendem Habitus hat eine längere, schmälere Gelenkfläche für das Cuneiforme. Die entsprechende Fläche ist an diesem Knochen besonders schmal bei *B. parvus*; es handelt sich also wohl um diese Art.

Maße, verglichen mit *Anthracotherium*:

	B. rugulosus	*parvus*	*Anthracotherium*
größte Länge, dorso-palmar	35,8	38,3	64 mm
Höhe des dorsalen (bei Kowalevsky „proximalen“) Endes	28,2	24,6	31 „
„ der Mitte	21,4	19,4	20 „
„ des palmaren (bei Kowalevsky „distalen“) Endes	24	22,6	24 „
Dicke in der Mitte, radio-ulnar	10	13	—

Trapezoideum.

Taf. VII [XXIII], Fig. 36—38.

Es ist von besonderem Wert, daß auch von diesem Knochen sich ein ausgezeichnet erhaltenes linksseitiges Exemplar gefunden hat. Es gehörte, nach der Ausdehnung seiner Gelenkfläche für das benachbarte Magnum zu urteilen, zu einem ziemlich großen Tier, vermutlich zu *B. Fraasi*, da es zu dem Fig. 1—4 abgebildeten Scaphoid tadellos paßt.

1) Distal im Sinne des ganzen Fußes, unten in der Figur.

Seine Maße entsprechen relativ fast genau den von KOWALEVSKY (Hyop. pag. 49) für ein Stück von *Ancodon* von RONZON gegebenen. Die Ansicht von dem zugeschärften Dorsalende, die einzige, die dort (t. 38 f. 5 *t*) abgebildet ist, entspricht ebenfalls ganz gut unserem Exemplar (Textabbildung 8 auf S. 65 [217]).

Vor allem charakteristisch ist indessen die in unserer Fig. 36 wiedergegebene Ansicht des Knochens von der fast medialwärts sehenden, vertikalen Außenseite. Sie ist etwa trapezförmig, und ihr konkav gebogener, wulstiger Proximalrand bildet palmarwärts eine ziemlich scharfe Ecke.

Sonstige Details:

Die ausgedehnte proximale Gelenkfläche für das Scaphoid ist, wie der Rand, konvex. In der Querrichtung dazu ist sie dorsal, wo sie schmal ist, eben, palmar, wo sie ziemlich breit wird, sattelförmig vertieft, da der ulnare Rand dort gegen das Magnum stark ansteigt. An der lateralen Seite sind zwei durch eine senkrechte Rinne geschiedene Gelenkflächen für das Magnum, eine dorsale in der ganzen Höhe des Trapezoids, während die zweite, palmar liegende nur die proximale Hälfte der Höhe einnimmt. Die distale Fläche für das Metacarpale II ist groß, länglich-dreieckig und fast eben. Palmarwärts stößt an sie die stark konkave, steil bis unter die erwähnte palmare Ecke des Knochens aufsteigende Gelenkfläche für das noch nicht aufgefundene Trapezium. Sie ist zwar noch etwas ausgedehnter, als die Gelenkfläche, die bei dem vierzehigen *Sus* das ganz bedeutungslos gewordene Trapezium trägt, aber entschiedener distalwärts verschoben als dort, so daß das Trapezium unserer Form von seiner ursprünglichen Gelenkung mit dem Scaphoid abgedrängt erscheint. Dementsprechend ist an diesem keine Spur einer solchen Gelenkung zu sehen. (Ausgeschlossen erscheint mir aus verschiedenen Gründen, auf die ich nicht näher eingehen möchte, daß der vorliegende Knochen etwa das Verwachsungsprodukt von Trapezoid und Trapezium mit einer Gelenkfläche für ein Daumenrudiment darstellen könnte.)

Auffallend ist nun auf den ersten Blick die starke Abweichung in der Gestalt des Trapezoids bei dem sonst in vielfacher Beziehung so nahestehenden *B. brachyrhynchus*. Sie ist bedingt durch Gestalt und Stellung des Trapezium, das bei dieser Form noch proximal breit mit dem Scaphoid gelenkt (SCOTT t. 24 f. 7) und distal bekanntlich den wohlausgebildeten, wenn auch nicht mehr funktionellen Daumen trägt. Es ist daher, wenn auch das Trapezium der ägyptischen Formen nicht bekannt ist, doch schon aus der Art seiner Anbringung im Gegensatz zu dem fünfzehigen *B. brachyrhynchus* zu schließen, daß es einen irgend nennenswert entwickelten Daumen nicht getragen haben kann.

Maße:

	B. Fraasi	*B. porcinus?* (s. unten)
Breite der dorso-radialen Außenfläche	25,6	19,9 mm
Höhe „ „ „ „	18,3	15,6 „
Dicke quer zur dorso-radialen Außenfläche	17,8	16,8 „

Anhangsweise erwähne ich hier ein Trapezoid aus dem (oberen?) Stampien von Digoin, das ich in den Beständen der Münchener Staatssammlung feststellen konnte. Es ähnelt in der Form (Maße s. oben) sehr dem unserer *Brachyodus*, ist aber vergleichsweise etwas höher und wesentlich dicker. Die palmare Ecke mit der unter ihr liegenden Fläche für das Trapezium ist fast wie bei dem ägyptischen Stück entwickelt, nur nicht konkav und etwas steiler.

Es sind nun vom Mont de la Justice neben Zähnen und anderen Resten von *Anthracotherium* auch Zähne von *Brachyodus* bekannt (*B. porcinus* G.). Auch hat schon KOWALEVSKY einen von dort

stammenden Astragalus wegen seiner schlanken Form zu „*Hyopotamus*“ gestellt, und tatsächlich ist ein mir aus der Münchener Staatssammlung vorliegender ausgezeichneter Astragalus von kleineren der ägyptischen Stücke kaum zu unterscheiden und erinnert gar nicht an den massiven, niedrigen Astragalus von *Anthracotherium*. Dem *Brachyodus porcinus* ist daher wohl auch das erwähnte Trapezoid zuzurechnen (s. auch weiter unten).

Os magnum.

Taf. VII [XXIII], Fig. 49, 50.

Von diesem wichtigen Knochen des Carpus ist leider nur ein einziges, dazu nicht einmal vollständiges rechtsseitiges Stück vorhanden. Es gehört zu einem Exemplar von *B. Gorringei* unter Mittelgröße.

Die dorsale Außenfläche (s. auch Textabbildung 8, S. 65 [217]) ist rundlich vorgewölbt und etwas rauh. Ihr Umriß ist schief-viereckig, entsprechend den vier unter schiefen Winkeln zusammenstoßenden Gelenkflächen, mit denen es den Nachbarknochen anliegt. Von diesen gehören die beiden proximalen dem Lunare und Scaphoid. Letztere ist dorsal erheblich breiter, als erstere, die sehr schief steht und sich, wie bei *B. brachyrhynchus* nach Scott, fast bis zur Berührung mit der distalen Gelenkfläche für das Metacarpale III hinabsenkt, so daß eine Abstutzung für das Unciforme kaum angedeutet ist. Beide proximalen Flächen steigen, durch eine stumpfwinklige Kante getrennt, nach hinten stark proximalwärts auf. Die höchste Stelle dieser Wölbung liegt dem palmaren Rande schon ziemlich nahe und biegt dann, nur noch mit dem Lunare gelenkend (im Gegensatz zu *Sus*, wo das Scaphoid beteiligt bleibt), auf die Palmarseite gerundet über. Die Gelenkfläche für das Lunare steigt hier weit distalwärts hinab. In dieser palmaren Region ist der Knochen nicht viel schmäler, als dorsal. Auf der distalen Seite des Magnum liegt die ausgedehnte Gelenkfläche für das Metacarpale III. Ihr erhaltener Dorsalteil ist fast eben, krümmt sich nur radial, gegen das Unciforme hin, etwas auf. Der weggebrochene palmare Anteil der Gelenkfläche bog sich, wie die konvexe Endigung des Metacarpale III zeigt, stark distalwärts herab. Das Magnum besaß also, wie so vielfach, einen kräftigen palmaren Fortsatz, vermutlich von Hakenform, wie bei *B. brachyrhynchus*. Auch sonst stimmt das Os magnum aus dem Fajum mit dem von Scott sehr anschaulich beschriebenen weitgehend überein.

Maße:

Breite der Dorsalfläche, diagonal	30,6 mm
Höhe „ „	13 „
Breite der Palmarseite	23,3 „
größte Tiefe, dorso-palmar	32,2 „

Anhang. Das von Kowalevsky in seiner *Anthracotherium*-Arbeit nachtragsweise von Ronzon als *Hyopotamus* zugehörend beschriebene und von verschiedenen Seiten abgebildete Magnum (pag. 303. t. 11 f. 39—42) zeigt einen ganz anderen Typus. Es ist tatsächlich, wie Kowalevsky betont, dem von Cuvier (Oss. foss. V. pag. 195. t. 132 f. 19—23) beschriebenen Magnum von *Palaeotherium* sehr ähnlich. Aber es deutet darum nicht zurück auf die gemeinsame Wurzel der Paar- und Unpaarzeher, wie Kowalevsky meinte. Denn — es gehört ganz augenscheinlich zu einem der dort ja mehrfach vertretenen *Palaeotheriinae*. Es paßt in die offen gebliebene Lücke der von Kowalevsky selbst gegebenen Rekonstruktion der Hand von *Ancodon* gar nicht hinein. Das bisher noch unbekannte Magnum der *Ancodon* von Ronzon (Filhol, l. c. pag. 168) besaß vielleicht ein etwas anderes Verhältnis der lunaren und scaphoiden Gelenkflächen an ihrem dorsalen Rande, es war aber sonst vermutlich ganz ähnlich

gestaltet, wie das der *Brachyodus*-Formen von Amerika und Aegypten. Vor allem war seine Dorsalfläche auf der lateralen Seite ebenfalls spitzwinklig zugeschnitten, wie bei jenen, ohne merkliche Abstutzung für das Unciforme.

Unciforme.

Taf. VII [XXIII], Fig. 39—48.

Es liegen einschließlich eines kürzlich noch in meine Hände gelangten, schön erhaltenen Stückes aus dem British Museum (M 10217) und zweier Neuerwerbungen des Stuttgarter Naturalienkabinetts 8 Exemplare vor von recht verschiedener Größe und mancherlei Verschiedenheiten in der Ausbildung. Alle haben aber, wenn auch in wechselndem Grade der Entfaltung, gewisse Eigenschaften gemeinsam, die ihnen gegenüber dem Unciforme der bisher beschriebenen Verwandten eine Sonderstellung anweisen und wieder die systematische Zusammenhörigkeit der im Fajum vorkommenden Formen erkennen lassen.

Kowalevsky hat das Unciforme von *Ancodon* sehr ausführlich beschrieben (Hyop. pag. 50—52) und mit dem verschiedener anderer Artiodactylen eingehend verglichen. Auf diese Schilderung muß der Kürze halber zunächst verwiesen werden. Unter den Abweichungen, die unsere Stücke von den dort beschriebenen zeigen, ist vor allem bemerkenswert die mit der besonderen Entwicklung des Lunare zusammenhängende geringe Breite der Gelenkfläche für diesen Nachbarknochen, die auch im Umriß der Dorsalseite kenntlich wird. Die Gelenkfläche für das Cuneiforme ist um so breiter entwickelt. Sie ist gewöhnlich etwas schief-sattelförmig gestaltet, da sie auf der lateralen Seite mehr oder weniger stark aufsteigt. Denn der Knochen ragt hier in einer hornförmigen, dorsal meist etwas vorquellenden Ecke auf, die das seitliche Abgleiten des auf der proximalen Sattelfläche sozusagen reitenden Cuneiforme wirksam verhindert. Die laterale Außenseite fällt wie bei *B. brachyrhynchus* fast vertikal ab. Die weit ausladende Ecke, die der Knochen auf dieser Seite bei *Ancodon* bildet, ist auf einen zahnartigen Vorsprung etwa in der Mitte des lateralen Randes reduziert. Einen auffallenden Unterschied gegen die Ausbildung des Unciforme bei *B. brachyrhynchus* bietet die mediale Seite. Hier trägt es nämlich keine Spur einer Gelenkfläche für das Magnum, springt übrigens auch nicht entfernt so spitzwinklig im Umriß seiner dorsalen Fläche vor, wie bei *Ancodon*.

Die Verteilung der vorliegenden Exemplare auf bestimmte Species ist nicht allzu sicher durchzuführen, kann also nur mit Vorbehalt gegeben werden. Das größte und schwerste Stück des Stuttgarter Naturalienkabinetts (Fig. 39—41) und das ihm in der Form verwandte, etwas kleinere englische Stück sind wohl *B. Andrewsi* zuzuweisen. Sie sind ziemlich breit, mit mäßig aufsteigender Oberecke der ulnaren Seite. Diese Ecke erhebt sich besonders scharf bei einem nicht ganz vollständigen dritten, fast gleich großen, aber höher und schmäler ausgebildeten Exemplar, das *B. Fraasi* zugehört (Fig. 42, 43). An ihm ist die Fläche für das Cuneiforme besonders stark gekrümmt, der Mittelzahn des lateralen Randes kräftig entwickelt. Das Unciforme von *B. Gorringei* kam durch Zufall erst ganz zuletzt in meine Hände. Ich habe ein ausgezeichnet schön erhaltenes Exemplar in nebenstehender Textabbildung 7 skizziert. Es ist bei ziemlich breiter Gesamtform deutlich gekennzeichnet durch geringe Erhöhung der proximal-lateralen Ecke und sehr breite flache Form der Gelenkfläche für das Cuneiforme (s. S. 56 [208]). Zwei viel kleinere Stücke, ein rechtes und ein linkes (Fig. 44—47), stammen jedenfalls von ausgewachsenen Tieren einer kleinen Art. Im Umriß der Dorsalfläche stehen

Fig. 7. Unciforme von *Brach. Gorringei* Andr. Stuttgarter Nat.-Kabinett. $^4/_5$ nat. Gr.

sie den beiden ersten nahe. Allerdings ist auf der Proximalseite die Fläche für das Cuneiforme deutlich schmäler im Vergleich mit jenen. Sehr wahrscheinlich haben wir hier Knochen der Art vor uns, die nach dem Häufigkeitsverhältnis der Reste mit *B. rugulosus* identifiziert wurde. Das kleinste vorliegende Stück (Fig. 48) dürfte, da es durch seine große Höhe (der dorsale Umriß ist nahezu quadratisch) auf eine besonders schlankläufige Form deutet, zu dem nach Molaren des Unterkiefers zunächst aufgestellten *B. parvus* gehören. An ihm ist die zwischen Lunare und Metacarpale III eindringende Ecke der medialen Seite besonders stumpf und springt nicht stärker vor, als der Mittelzahn des lateralen Randes. Die Fläche für das Lunare steht dementsprechend sehr steil, die für das Cuneiforme ist flach gekrümmt. Das Exemplar ist übrigens defekt und gehört nach der geringen Entwicklung der Compacta einem sehr jungen Tier an.

Maße:

	? B. Andrewsi	*Fraasi*	*Gorringei*	*rugulosus*	*parvus*
Dorsalfläche, radio-ulnare Breite	34,6	31,6	31,4	23	19 mm
„ Höhe in der Mitte	20,5	18,1	18	13,8	16,1 „
Tiefe, dorso-palmar gemessen, mit Palmaransatz	43,7	—	37	24	—

Metacarpale I.

Ein Metacarpale I ist bisher nicht gefunden. Scott hatte am zusammenhängenden Handskelett von *B. brachyrhynchus* das Vorhandensein eines wohlentwickelten, Phalangen besitzenden Daumens nachweisen können[1]). Das etwa die halbe Länge des Metacarpale II erreichende Metacarpale desselben stößt mit deutlichen Gelenkflächen, deren Form und Lage leider nicht näher gekennzeichnet wird, an das Metacarpale II, in dessen mediale Seitenfläche es sich eindrückt. Eine entsprechende Aushöhlung der Medialseite zeigt das Metacarpale II auch an unseren Stücken, aber von rauhem, grubigem Charakter, ohne irgend deutliche Gelenkflächen. Wenn diese Cavität also überhaupt noch einen Rest eines Daumens beherbergte, so war es ein phalangenloser Stummel, der nur noch mit seinem Träger, dem Trapezium, in Gelenkung stand. Das wäre also die noduläre Form der Reduktion seines Metacarpale, die man nach Kowalevsky (Anthr. pag. 196) bei inadaptativen Formen erwarten muß.

Die *Brachyodus* des Fajum würden dann in diesem wichtigen Zuge ihrer Entwicklung ein fortgeschrittneres Niveau einnehmen, als die geologisch jedenfalls jüngere Art der *Protoceras* beds.

Metacarpale II.

Taf. VII [XXIII], Fig. 57—62.

Das Metacarpale II war bei den ägyptischen *Brachyodus* gleicherweise nicht nur relativ lang, sondern auch sehr kräftig entwickelt. In manchen Einzelheiten sind die vorliegenden Stücke indessen ziemlich verschieden.

Bei allen Exemplaren ist der dorso-palmar mäßig abgeplattete Schaft des Knochens lateralwärts (mit Bezug auf den ganzen Fuß fast mehr dorsalwärts) merklich ausgebogen. Es entspricht das den amerikanischen Formen, deren Beschreibung bei Scott hier überhaupt in allen wesentlichen Zügen auch auf unsere Stücke paßt.

Ein wohlerhaltenes Exemplar von 128,4 mm Länge (Fig. 60) und eine tadellose proximale Hälfte eines zweiten passen gut zu mehreren Metacarpalia III, die *B. Gorringei* zuzuteilen sind. Der proximale Kopf ist, dorso-palmar gemessen, breiter als quer dazu. Die Gelenkfläche für das Trapezoid steigt auf der lateralen und palmaren Seite stark an. Gegen ihren medialen Rand stößt eine schmale, fast rein medial gewendete Fläche, wohl für ein Trapezium. Von der vorn mit 35—45° abfallenden Gelenkfläche

1) Manus.

für das Magnum schneidet eine tiefe Furche (wie auch bei den anderen Stücken) eine palmare Portion von noch viel steilerer Stellung ab. Ebenso ist auch die an die Fläche für das Magnum distalwärts anstoßende Gelenkfläche für den Kopf des Metacarpale III zweiteilig (s. Fig. 57).

Ein ferneres Stück von 138,2 mm Länge (Fig. 61) ist wesentlich massiger, sein proximaler Kopf dorso-palmar noch ausgedehnter (Fig. 62). Der palmare Anteil der Gelenkfläche für das Magnum ist weniger steil, mehr dem dorsalen Abschnitt entsprechend. Das Stück gehört jedenfalls zu einer anderen Art; es wird zu einem besonders starken Exemplar von *B. Fraasi* zu rechnen sein. Eine Fläche für das Trapezium ist an ihm nicht deutlich.

Auch *B. rugulosus* scheint in der Serie des Metacarpale II, die vorliegt, vertreten zu sein. Ein etwas korrodiertes, aber vollständiges Exemplar vom Typus des *B. Gorringei* bleibt in den Maßen so weit hinter jenem zurück, daß man an die nahestehende kleinere Form denken muß.

Die Abweichungen des größten vorliegenden Exemplares (Fig. 57—59) von den vorigen sind ziemlich bedeutend. Es ist wesentlich länger, aber schlanker, wenigstens flacher gebaut. Vor allem ist sein proximaler Kopf abweichend gestaltet. Er ist in der Querrichtung deutlich breiter als in seiner dorso-palmaren Ausdehnung. Die Fläche für das Trapezoid senkt sich palmarwärts gleichmäßig fast bis zum etwas erhabenen Rande. Die dorsale Fläche für das Magnum ist sehr breit, die palmare steht fast senkrecht. Ich stelle dieses längste, vom Typus des *B. Gorringei* so deutlich abweichende Metacarpale II, dessen Form auf eine breite, aber flach gebaute Handwurzel deutet, zu *B. Andrewsi*.

Maße der 4 Stücke, die dorso-medial sehende Fläche als Außenseite gerechnet:

	B. Andrewsi	*Fraasi*	*Gorringei*	*rugulosus*
Länge	148,3	138,2	128,4	117 mm
Breite, nach der Außenfläche, proximaler Kopf	20,5	19,6	17,3	16,1 „
„ „ „ „ Schaftmitte	20,5	22,2	19,2	17,8 „
„ „ „ „ distaler Kopf	27,7	31,8	28,2	23 „
Tiefe, senkrecht dazu, proximaler Kopf	20,6	27,3	22,2	19,5 „
„ „ „ Schaftmitte	11,6	13,1	11,1	9,9 „
„ „ „ distaler Kopf	22,5	25	21,6	17,5 „

Metacarpale III.

Fig. VII [XXIII], Fig. 63—65.

Vom 3. Mittelhandknochen liegen 2 ganze rechte, ein proximales Ende eines solchen und ein ganzer linker vor. Die beiden besterhaltenen sind abgebildet.

Das Metacarpale III besitzt einen sehr kompakten proximalen Kopf mit breiter, abgebogen ganz zur Palmarseite hinüberziehender Fläche für das Magnum und einer recht steil stehenden, nur dorsal entwickelten für das Unciforme. Der Schaft ist unter dem Kopf vierkantig und zunächst noch ziemlich dick. Weiter distalwärts flacht er sich wesentlich ab (bei zwei Dritteln der Länge vom Proximalende 12,6 : 22,8 mm Tiefe resp. Breite), um erst zuletzt gegen das etwas verbreiterte Distalende hin auch an Dicke wieder zuzunehmen. Hier verliert er auch die vier Kanten, die sonst für ihn charakteristisch sind.

Die laterale Seite des Proximalendes ist, ähnlich wie bei den amerikanischen *Brachyodus*, und im Gegensatz zu den *Ancodon*, mit tiefem Einschnitt für einen radialen Fortsatz des Metacarpale IV und mit zwei wohlentwickelten, durch eine tiefe Furche getrennten Gelenkflächen für dasselbe ausgestattet.

Die vorliegenden Stücke sind nicht nach einem und demselben Typus gebaut, wie die Abbildungen und die unten mitgeteilten Maße der abgebildeten Stücke zeigen. Doch muß ich auf eine Zuweisung zu bestimmten Species einstweilen verzichten. Es kann sich indes nur um größere und kleinere Exemplare von *B. Fraasi* und *Gorringei* handeln.

Maße:

	Fig. 63	Fig. 65
Länge	146,9	151,6 mm
Tiefe (dorso-palmar), proximaler Kopf	26,8	29,9 „
„ $2^1/_2$ cm vom proximalen Kopf	17,3	18,5 „
„ 9 „ „ „ „	12,6	14,1 „
„ distaler Kopf	22,3	21 „
Breite (medio-lateral), proximaler Kopf	25,9	25,1 „
„ $2^1/_2$ cm vom proximalen Kopf	22,5	19,3 „
„ 9 „ „ „ „	22,8	20,6 „
„ distaler Kopf	28,6	29,3 „

Metacarpale IV.

Taf. VII [XXIII], Fig. 51, 52, 66—70.

Es liegt nur ein einziges ganzes Stück vor von bedeutenden Abmessungen, daneben die proximale, recht gut erhaltene Hälfte eines ganz kleinen, beide von der linken Seite.

Das große Exemplar (I) von 165,4 mm Länge setzt ein Metacarpale III von mindestens 180 mm voraus, denn nach den im Zusammenhange gefundenen amerikanischen *Brachyodus*-Füßen ist ein entschiedenes Ueberwiegen des Metacarpale III über Metacarpale IV auch bei unseren Formen das Wahrscheinlichste. Vermutlich gehört das Stück bei der Flachheit seines Baues *B. Andrewsi* zu. Auffallend ist jedenfalls die geringe dorso-palmare Tiefe des Proximalendes, ganz dem Verhalten des oben beschriebenen Metacarpale II derselben Species entsprechend. Die ziemlich breit-dreieckige Gelenkfläche für das Unciforme ist in der Querrichtung schwach konkav, in dorso-palmarer konvex. Der Fortsatz der Medialseite, der in die besprochene Grube am Metacarpale III (Fig. 63) einpaßt, hat zwei dachförmig zusammenstoßende Gelenkflächen: die mediale Seite des palmaren Fortsatzes, jenseits einer tiefen Rinne, eine dritte, vertikal stehende. An der ulnaren Seite ist nur eine, senkrecht gestellte Gelenkfläche für das Metacarpale V deutlich, an der dorsalen Ecke des Knochens. Der palmare Fortsatz trägt, etwas distalwärts übergeneigt, eine quere, große, fast ebene Fläche für ein Sesamoid oder wenigstens eine Knorpelscheibe der Gelenkkapsel. Der Schaft ist vom proximalen Kopfe an auffallend vierkantig und wird sehr schnell flach, viel eher und stärker als die vorliegenden Metacarpalia III. Auf der medialen Seite erhalten sich die Kanten, soweit deutlich, fast bis zum Distalende; auf der lateralen vereinigen sie sich jenseits der Mitte bald zu einem einzigen stumpfen Grat, damit andeutend, daß das Metacarpale V nur kurz war. Das Distalende ist ein wenig ergänzt, doch ist die wenig verdickte Gelenkrolle mit ihrem Leitkiel leidlich erhalten.

Das kleine Stück (II) ist analog geformt bis auf das proximale Ende, dessen (übrigens beschädigter) palmarer Fortsatz vergleichsweise länger und viel spitzer ist, so daß die Gelenkfläche auf seiner Palmarseite viel kleiner ist. Auf der Lateralseite vereinigen sich die beiden Längskanten sehr früh, nur etwa 30 mm vom Distalende entfernt. Das Stück gehört zu einem sehr jungen Tier einer der kleinen Arten, wohl *B. rugulosus*.

Maße:

	I	II
Länge	165,4	— mm
Breite (medio-lateral) des Proximalendes	30,7	14,7 „
„ „ „ der Mitte des Schaftes	25,9	12,6 „
„ „ „ „ distalen Gelenkrolle	31	— „
Tiefe (dorso-palmar) des Proximalendes	25,4	16,1 „
„ „ „ der Mitte des Schaftes	12,3	6,2 „
„ „ „ „ distalen Gelenkrolle	22,3	—

Metacarpale V.

Taf. VII [XXIII], Fig. 53—56.

Das äußerste Metacarpale von *B. Gorringei* liegt in 2 linken Exemplaren vor, das größere (I) von ihnen (Fig. 55 u. 56) ohne nennenswerte Defekte. Es erreicht mit 104 mm Länge 68 Proz. der Länge des größten vorhandenen Metacarpale III der Art, war demnach vergleichsweise etwas stärker entwickelt, als bei *B. brachyrhynchus* (58 Proz.).

Das Proximalende ist dorso-palmar ziemlich verbreitert, auf der lateralen Außenfläche mäßig rauh und tuberös. Die mediale Innenfläche trägt in ihrer ganzen Breite eine gewölbte, lateralwärts ansteigende Gelenkfläche für das Unciforme, ganz entsprechend dem tiefen, oben beschriebenen Ausschnitt auf dessen lateraler Seite. Sie kulminiert, konkav werdend, an einem zahnartigen Vorsprung, in den der Knochen proximalwärts ausläuft. Distalwärts schließt sich, und zwar nur auf der dorsalen Seite, eine durch eine Kante abgesetzte, zungenförmig am Schaft etwas hinablaufende Gelenkfläche für das Metacarpale IV an. Diese Ausbildung erinnert also mehr an *Sus* und *Hippopotamus*, als an *Ancodon* von Le Puy, bei dem zwei Facetten vorkommen, und *B. brachyrhynchus*, wo die Facette sich wenigstens nach Scott palmarwärts in geringerer Breite verlängert. Die Lage der Facette bei unseren Stücken macht es einigermaßen wahrscheinlich, daß der 5. Finger etwas seitlich abgespreizt getragen wurde.

Der Schaft ist in der proximalen Region kräftig dorsalwärts vorgebogen, medio-lateral gemessen ziemlich flach, doch schon von dreieckigem Querschnitt, dazu dorsal zugeschärft. Jenseits der Mitte wird der Knochen gerade, breiter dreieckig im Querschnitt, dorsal etwas stumpfer, aber palmar nun scharfkantig.

Das Distalende ist keulig, seine Gelenkrolle durch stärkere, knorrige Ausbildung der ulnaren Seite unsymmetrisch. Während die mediale Bandgrube geräumig ist, bildet die laterale nur eine vertiefte, aber nicht erweiterte Portion der die Gelenkrolle umrandenden Furche.

Im allgemeinen nähert sich so der ganze Knochen sehr dem von Scott beschriebenen Verhalten bei *B. brachyrhynchus*.

Von *B. parvus* ist ebenfalls ein Metacarpale V vorhanden (II). Es zeigt dieselbe, charakteristische Entwickelung des Proximalendes, ist aber viel kleiner und graziler gebaut. Der proximale Teil des Schaftes ist weniger stark vorgebogen und wird früher gerade. Er ist dorsal sowohl wie palmar weniger scharfkantig und zur fehlenden distalen Epiphyse hin weniger keulenförmig angeschwollen. Das Längenverhältnis des Knochens zu den mittleren Metacarpalen scheint, soweit man aus der Länge von ebenfalls vorhandenen Metatarsalen schließen kann, dem für *B. Gorringei* angegebenen ähnlich gewesen zu sein.

Maße:

	I	II
Länge	104	74 mm[1])
Breite, medio-lateral, Proximalende	13	9 „
„ „ „ Schaftmitte	10	6 „
„ „ „ Distalende	18	11 „
Tiefe, dorso-palmar, Proximalende	19	15 „
„ „ „ Schaftmitte	16	10 „ [1])
„ „ „ Distalende	23	14 „ [1])

Ueber **Phalangen** s. unten.

1) Ohne die Epiphyse.

Die Hand im ganzen.

Es hat keine besonderen Schwierigkeiten gemacht, nach dem reichlichen Material an Carpalknochen die Handwurzel von *B. Fraasi*, die ich in nachstehender Textabbildung 8 dargestellt habe, zusammenzustellen, wenn auch ein großer Teil der dazugehörigen Knochen an sich linke sind und erst mit Hilfe des Spiegels in das richtige Verhältnis gebracht werden mußten.

Fig. 8. Rekonstruktion des rechten Carpus und Metacarpus von *Brachyodus Fraasi* M. S. 1/4 nat. Gr.

Die Mittelhand freilich mußte zum Teil mit Hilfe der entsprechenden, allerdings nur wenig abweichenden Knochen von *B. Gorringei* gezeichnet werden. Das Metacarpale IV ist sogar mit Benutzung des in Taf. VII [XXIII], Fig. 66—70 dargestellten Metacarpale IV von *B. Andrewsi* entworfen.

Als Hauptcharakteristikum in der Ausbildung dieser Hand wurde schon besonders betont, daß die ägyptischen *Brachyodus* den ziemlich stark entwickelten, Phalangen tragenden Daumen ihrer amerikanischen Verwandten allem Anschein nach nicht mehr besessen haben. Sie waren in diesem Punkte einen Schritt weiter in der Reduktion des primitiven Handskelettes, ebenso wie nach Kowalevsky und Filhol die *Ancodon* des europäischen Oligocän. Ob ein noduläres Rudiment eines Metacarpale I bei ihnen vorhanden gewesen ist, konnte vorläufig nicht sicher entschieden werden. Ein Trapezium war, nach bestimmten Spuren zu schließen, jedenfalls vorhanden, wenn es auch nicht gefunden wurde.

Die Darstellung des Längenverhältnisses der Metacarpalien in meiner Zeichnung weicht von Kowalevskys Rekonstruktion [1]) einigermaßen ab und nähert sich — bis auf das Fehlen des Daumens — durchaus dem Bilde, das Scott [2]) von der Hand von *B. brachyrhynchus* gegeben hat. Nur ist bei den ägyptischen Formen das Metacarpale II sicher nur wenig kürzer gewesen, als das Metacarpale III, dem es auch an Stärke und Schwere des Schaftes ziemlich nahe kommt. Die Phalangen dieses Strahles der Extremität haben gewiß schon bei gewöhnlichem Schreiten den Boden berührt. Nicht so die des Metacarpale V, das nach der Lage seiner proximalen Gelenkfläche zu der Aushöhlung des Unciforme etwas abgespreizt getragen wurde. Seine Länge entspricht kaum dem Metacarpale V bei *B. brachyrhynchus*. Funktionell haben wir also nach den Metacarpalien bei *Bothriogenys* die Hand eines Unpaarzehers, fast genau von dem Zuschnitt, den wir heute bei *Tapirus* sehen, den abgeschwächten 5. Finger nicht ausgeschlossen. Dem Längenverhältnis der Zehen steht unter den lebenden Paarhufern *Hippopotamus* einigermaßen nahe. In der Bevorzugung des zweiten Strahles gegenüber dem fünften könnte man wieder eine gewisse Annäherung an *Anoplotherium* und *Diplobune* sehen, deren dreizehiger Hand der 5. Finger bis auf unbedeutende Rudimente abhanden gekommen ist.

Bei Kowalevsky und Filhol zeigt nun, wie schon bemerkt, die Hand der so nahe verwandten *Ancodon* einen ziemlich abweichenden Typus. Ihr Metacarpale IV überragt distal das Metacarpale III, die Seitenmetacarpalien sind untereinander etwa gleich lang dargestellt und fast so lang, wie die mittleren. Sie würden mit genügend entwickelten Phalangenreihen — die ihnen Kowalevsky nicht zugeteilt hat — fast als voll funktionell erscheinen. Nun soll die Möglichkeit nicht völlig bestritten werden, daß die Hand dieser Formen tatsächlich nach einem anderen Typus entwickelt war. Wahrscheinlicher ist es mir aber, daß die in die Lehrbücher übergegangene Rekonstruktion der Hand von *Ancodon*

1) Hyopotamus. t. 7 f. 20.
2) Structure. t. 24 f. 7.

nicht ganz korrekt ist. Sie entstand durch Kombination und Ergänzung der nicht sehr zahlreichen gut erhaltenen Stücke des französisches Materials. In ihm kommen aber mindestens zwei verschieden große Formen vor, zwischen deren Knochen zu unterscheiden keine Möglichkeit war. Vielleicht fand dann bei der Zusammenstellung des einigermaßen zusammenpassenden halb unbewußt eine Anlehnung an bekannte Formen statt. So findet sich bei *Sus* gerade das bei der Rekonstruktion auffallende Längenverhältnis von Metacarpale III zu IV.

Fig. 9. Rekonstruktion des linken Metacarpus von *Brachyodus Fraasi* M. S., proximale Gelenkflächen (weiß). $^1/_2$ nat. Gr.

Die Darstellung der proximalen Querfläche der Metacarpalien, die ich in nebenstehender Textabbildung 9 gebe, läßt ebenfalls die starke Entwicklung des 2. Fingers gut hervortreten. Unter den *Bothriogenys*-Arten scheinen wesentliche Unterschiede in der Ausbildung dieser Gelenkflächen nicht bestanden zu haben. Die Gelenkverbindung mit dem Carpus war, infolge der tiefen Entwicklung der proximalen Köpfe der Metacarpalien, ziemlich kompakt und befähigte diese Tiere wohl zu schnellem, wenn auch nicht gerade ausdauerndem Laufen. Dementsprechend sind auch die Schäfte der Metacarpalien ziemlich stämmige, feste Säulen. Bei *B. parvus*, von dessen Hand bisher nur das belanglose, reduzierte Metacarpale V vorliegt, ist nach Analogie des Fußes (Textabbildung 11) eine noch wesentlich gesteigerte Bereitschaft zu ausdauerndem Laufen anzunehmen. Ganz anders *B. Andrewsi*. Hier sind die Gelenkflächen der vorliegenden Metacarpalien — Metacarpale II (Taf. VII [XXIII], Fig. 59) und Metacarpale IV (Fig. 68) — breiter und viel weniger tief entwickelt. Ganz entsprechend ist auch der Schaft der Knochen ziemlich breit, aber vergleichsweise wenig dick in dorso-palmarer Richtung. Die Hand war hier also weniger als solider Träger ausgebildet und die Tiere waren jedenfalls weniger gute Läufer (aber vielleicht bessere Schwimmer!), als ihre Verwandten im Fajum.

Beckengürtel und Hintergliedmaßen.

Becken.

Es liegt mir nur ein mittleres Bruchstück (Acetabulum und Teile aller drei Komponenten des Os innominatum) einer rechten Beckenhälfte vor. Es erreicht im Verhältnis die Maße des ausgezeichneten Stückes des British Museum, das Andrews in verschiedenen Ansichten abgebildet und eingehend beschrieben hat[1]), nicht ganz. Zwar hat das an den Rändern beschädigte Acetabulum fast den Raum, wie bei jenen. Aber alle drei Knochenansätze, von denen der des Os ischii 9 cm lang erhalten ist, sind schlanker und schmäler ausgebildet und differieren auch sonst in Einzelheiten, die immerhin auf spezifische Verschiedenheit deuten. Ich bin daher geneigt, das Londoner Exemplar für *B. Fraasi*, das Stuttgarter Bruchstück für *B. Gorringei* in Anspruch zu nehmen. Für die Maße kann auf die ausführliche Darstellung bei Andrews verwiesen werden.

Femur.

Taf. VI [XXII], Fig. 1—4, 7, 12.

Von Oberschenkelknochen der ägyptischen *Brachyodus* war bisher nichts bekannt. Die Stuttgarter Sammlung enthält 2 vollständige Exemplare (Fig. 1, 2, 7, 12), die unter sich und gegenüber den von Ronzon und Amerika beschriebenen Knochen interessante Abweichungen zeigen. Dazu kommt noch ein vollständiger linker Oberschenkel, den das British Museum 1906 erworben hat (Fig. 3, 4).

1) Catalogue. pag. 188. Textfig. 60.

Dieser letztere ist zwar zerbrochen und im Schaft wohl auch etwas verdrückt, doch sind beide Enden fast ohne Tadel erhalten. Er gehört zweifellos zu der häufigen Form des *B. Gorringei*.

Der Knochen ist schlank und in der Richtung von vorn nach hinten flach S-förmig gebogen. Das Proximalende ähnelt einigermaßen dem des viel gedrungener gebauten von *Hyopotamus* bei Kowalevsky [1]). Das Caput femoris besitzt eine kurze, nach dem medialen Rande der Gelenkfläche sich öffnende Fossa capitis. Der Hals ist, im Gegensatz zu der Figur bei Kowalevsky, kurz und geht gleich in eine dicke, brettförmige Verbreiterung des Knochens über. An der proximalen Seite neben dem Caput femoris eingesenkt und im Trochanter major sich dann knorrig etwa ebenso hoch erhebend, wie jener, ist diese Endplatte vorn einfach flach; hinten springt der Trochanter major nebst seiner ganzen Wurzel stark vor und überwölbt eine tiefe, längliche Fossa digitalis. Sie wird distalwärts begrenzt durch die Verbreiterung der Wurzel des Trochanter major, die einigermaßen deutlich als Linea intertrochanterica posterior im Bogen zum Trochanter minor hinüberzieht. Dieser springt (etwas verletzt) kräftig vor, viel weiter vom Caput femoris entfernt, als bei *Ancodon* von Ronzon, entsprechend der viel größeren Schlankheit des vorliegenden Knochens.

Der Schaft ist in der Höhe des Trochanter minor ausgesprochen dreieckig im Querschnitt, wird aber bald mehr rundlich, abgesehen von der Region, wo bei etwa $^2/_5$ der Länge vom Proximalende ein länglicher, rauher Vorsprung an den Trochanter tertius der Perissodactylen erinnert.

Erst gegen das Distalende wird der Querschnitt wieder deutlich dreieckig, da jeder der drei Vorsprünge der distalen Fläche durch eine Art Strebepfeiler gestützt wird. Die Trochlea patellaris springt über ihren Strebepfeiler nach vorn in einer Ecke erheblich vor. Ihr lateraler Kamm ist höher und massiver, als der mediale. Bemerkenswert ist, daß auf der Lateralseite des Schaftes ein Stück oberhalb der Trochlea patellaris ganz deutlich eine Fossa plantaris markiert ist als flache, im Grunde warzig-rauhe Einsenkung. Die Condyli springen mäßig nach hinten vor, sind von ziemlicher Breite, vor allem der mediale, und umschließen eine ziemlich schmale Fossa intercondyloidea, die nach hinten-oben enger wird.

Fast unverletzt und nahezu unverdrückt ist das kleinere Stuttgarter Exemplar (Fig. 1, 2, 7), ein linkes von sehr schlanken Verhältnissen, nur 27,5 cm lang. Es steht so in der Länge zwischen dem Femur von Schwein und Tapir, bleibt aber an Massigkeit des Baues hinter beiden wesentlich zurück. Im einzelnen fallen vielfache Anklänge an das von Scott beschriebene Femur von *Ancodon americanus* auf. Von dem bei Kowalevsky (t. 36 f. 5) abgebildeten Stück von Ronzon und dem oben beschriebenen weicht es wesentlich ab.

Das proximale Ende des Knochens fällt auf durch besonders stark abgeflachten Bau. Das nur zum Teil erhaltene Caput femoris sitzt mit deutlichem Hals an diesem brettförmigen Endstück; seine Gelenkfläche verlängert sich nach Art der Ruminantier gegen den großen Trochanter ganz deutlich. Eine Fossa capitis ist schmal und tief, oben spitz und wohl bis zum nicht erhaltenen medialen Rande des Knopfes ausgedehnt. Der Trochanter major ist stark verletzt. Er entfernt sich entsprechend der Abplattung und Verbreiterung des Knochens erheblich vom Knopf, ähnlich wie bei *A. americanus*. Unter seiner Medialseite dringt eine wenig umfangreiche Fossa digitalis sehr tief ein. Eine Linea intertrochanterica posterior schließt sie distalwärts, verschwindet aber dann auf der abgeflachten Medialseite des nun massiver werdenden Knochens. Auch der Trochanter minor ist beschädigt, doch jedenfalls

1) Hyop. t. 36 f. 5. Die fig. 6 derselben Tafel von Hempstead gehört keinesfalls hierher. Es handelt sich wohl um einen Kreodontier *(Hyaenodon)* oder sogar Fissipedier *(Cynodon)*.

unregelmäßig und stark in die Länge gezogen. Auch hier ist, sehr hoch auf der hinteren Schmalseite sitzend, eine Andeutung wie eines Trochanter tertius vorhanden.

Der Schaft des Knochens ist auffallend gerade, ähnlich dem Stück von Ronzon, das Kowalevsky darin mit *Hippopotamus* verglich. Er wird distalwärts bald schlanker, dafür aber kompakter, im Querschnitt gerundet-dreieckig. An diesem Exemplar ist von einer Fossa plantaris keine Spur zu sehen.

Das distale Endstück zeichnet sich ebenfalls durch starke Verschmälerung aus (leichte Verdrückung kommt hier vielleicht dazu). Es steht *Ancodon americanus*, nach der Beschreibung zu urteilen, am nächsten. Die Trochlea patellaris ist hoch und schmal; der mediale Kamm springt stärker vor als der laterale und ist außen unregelmäßig unterhöhlt. Die Condyli springen stark, aber schräg nach hinten vor. Sie umschließen eine ziemlich schmale (cf. Ruminantia) Fossa intercondyloidea, sind selbst sehr platt gebaut, vor allem der sonst, z. B. bei *Sus*, oft stärker entwickelte laterale, der hier durch grubige Aushöhlungen der Außenseite fast zu einem stumpfen Kamm verschmälert wird. Proximalwärts sendet dieser letztere einen stumpfen, zapfenartigen Vorsprung aus, der sich dem Körper des Knochens nahe anlegt und fast den Eindruck eines festgewachsenen Vesalschen Sesamoids macht (*Canis*).

Die ganzen Verhältnisse dieses Femur deuten noch mehr als bei *Ancodon americanus* auf ein hochläufiges, leicht gebautes Tier, ganz entsprechend einigen anderen Gliedmaßenknochen des Materials von derselben Größenstufe, die mit einiger Wahrscheinlichkeit *B. parvus* zugewiesen wurden.

Das dritte, größte Femur (Fig. 12, 43 cm Länge), ist ein rechtes und steht dem ersten ziemlich nahe. Leider ist es mehrfach, vor allem am Proximalende, recht defekt, auch durch Risse und Einbrüche etwas entstellt, immerhin aber ganz gut vergleichbar.

Das Proximalende zeigt noch ganz deutlich, daß es durchaus nicht besonders abgeplattet war. Seine Form scheint sich vielmehr der bei den Suiden zu nähern, bis auf den schlanken Hals des Gelenkknopfes.

Der Schaft ist im ganzen Verlauf etwa gleich stark, eher sogar distalwärts etwas dicker und schwerer. Auffallend ist seine trotz der Verdrückung ganz deutliche Vorwärtskrümmung. Vor allem aber ist er ausgezeichnet durch eine nicht besonders umfangreiche, aber tiefe und scharf begrenzte Fossa plantaris.

Am einigermaßen geflickten und ergänzten Distalende erinnern die stärker, als bei dem vorigen (etwa wie bei *Sus*), angewinkelten Condylen in ihrer massiven Rundung mit der schmalen, tiefen Fossa intercondyloidea an *Hippopotamus*. Von den Rollkämmen der Trochlea patellaris ist nur der laterale erhalten. Er erinnert ebenfalls an *Sus* und *Hippopotamus*, springt nur gegen den Schaft zu noch stärker nach vorn vor, als bei diesen und bei *B. Gorringei*. Der Durchmesser des Distalendes in der Richtung von vorn nach hinten steigt auf fast 13 cm. An dem kurzen, massiven, wegen seiner geraden Gestalt nicht ohne weiteres vergleichbaren Femur von Ronzon, das Kowalevsky t. 35 f. 5 abbildet, ist der eine erhaltene Condylus von ähnlich massiver Gestalt.

Angesichts der Variabilität in der Ausbildung des Femur, die auch sonst in dieser Verwandtschaft herrscht, z. B. auch bei den amerikanischen Formen, ist das vorliegende Stück, das sonst in der Fajum-Fauna isoliert stehen würde, unbedenklich hier einzureihen. Die Zugehörigkeit zu einer der oben näher charakterisierten Arten kann auch hier wieder nur nach der Größe geschehen. Ich möchte glauben, daß wir ein Skelettstück der größten Form, des *B. Andrewsi*, vor uns haben, die dann starkknochig, aber vergleichsweise niedrig gestellt gewesen wäre.

Besonders interessant dürfte es erscheinen, wie in einem so engen Verwandtschaftskreise die Fossa plantaris einmal, bei dem am schlanksten gebauten Stück, vollständig fehlt, bei einer zweiten Form wenigstens angedeutet ist, während das große, auch besonders massiv gebaute Femur sie ausgezeichnet entwickelt zeigt. Es bestätigt sich so die von Kowalevsky (Hyop. pag. 39) geäußerte Ansicht, daß dieser so auffallenden Spezialität der Entwicklung des Femur eine weiter reichende systematische Bedeutung nicht zukommt.

Maße:

	B. Andrewsi	*Gorringei*	*parvus*
Länge	430	315	275 mm
größter Querdurchmesser, proximal	113,2	80	69,5 „
„ „ mitten	54,6	34	27,3 „
„ „ distal	74,6	58	65,5 „

Patella.

Taf. VI [XXII], Fig. 10, 11.

Eine ziemlich gut erhaltene linke Kniescheibe von echtem Artiodactylentypus erinnert in der Form stark an die des Schweines. Der ganz spongiöse, nur von einer dünnen, vielfach abgeriebenen Compacta umhüllte Knochen ist mit seinem beulenförmig vorgetriebenen Dorsalteil nur noch mehr medialwärts übergeneigt, als bei *Sus*. Die proximale sogenannte Basis ist ganz glatt, wie eine Gelenkfläche. In der Abbildung von der Plantarseite (Fig. 10) ist sie, da ihr plantarer Rand niedriger ist, zum Teil sichtbar. Sie zieht sich auf der medialen Seite ein Stück distalwärts herab. Von den dreieckigen, schwach konkaven Gelenkflächen für die Trochleae patellae des Femur ist die mediale die breitere. Der nicht gut erhaltene Apex war augenscheinlich ziemlich spitz. Die Ansatzgrube über ihm für das Ligamentum patellae rectum ist wenig vertieft, aber ausgedehnt.

Die Größe des Knochens dürfte am besten *B. Fraasi* entsprechen.

Maße:

Länge	53,5 mm
Breite	43 „
dorso-plantare Dicke	32 „

Tibia.

Taf. VI [XXII], Fig. 5, 6, 8, 9, 13—16.

Das vollständigste Stück (Fig. 6) von 37 cm Länge mit seinen mittelstarken, in der Serie von 18 im ganzen verfügbaren Exemplaren (meist nur Distalenden) am häufigsten vertretenen Verhältnissen kann man unbedenklich *B. Gorringei* zuschreiben, und zwar einem schwächeren Exemplar der Art. Es ist zwar mehrfach verdrückt und durch Brüche unansehnlich gemacht, läßt sich jedoch mit Hilfe anderer, auch beinahe vollständiger Stücke ergänzen.

Es ist vor allem das einzige in meinen Händen befindliche Exemplar mit leidlich erhaltenem Proximalende. Wenigstens sind die Condylenflächen zum großen Teil erhalten. Die mediale von ihnen steht wesentlich höher als die laterale. Beide sind, entsprechend der eigenartigen, quer verschmälerten Form des Femurendes, schmal und ferner stark konkav, da die Eminentiae intercondyleae stark vorspringen. Von dem Proximalende einer Tibia von Ronzon aus der Sammlung Aymard, das Filhol abbildet (l. c. fig. 110) ist unser Stück auffallend weit verschieden. Der proximale Beginn der ungemein hohen Procnemialcrista, der gegen die Kniescheibe sieht, ist leider nicht erhalten.

Der Schaft des Knochens ist wegen der starken Ausbildung des Vorderkammes ungewöhnlich

hoch-dreiseitig. Gegen das Distalende bleibt er aber nicht hoch, sondern flacht sich vorn und hinten ab, und eine breite, laterale Kante gegenüber der Fibula tritt jetzt stark hervor.

Das Distalende ist beinahe quadratisch im Querschnitt, von ganz ähnlichen Verhältnissen, wie bei Suiden. Auffallend ist eine tiefe Grube im medialen Gelenkknorren, vorn über dem Malleolus internus.

Das an allen Stücken vorhandene und bei seiner kompakten Verknöcherung meist gut erhaltene Distalende gibt für die Verteilung der Exemplare auf die odontologisch begründeten Arten wenigstens einigen Anhalt, vor allem auch in der Kombination mit dem reichlich vorhandenen Astragalusmaterial. So paßt ein ganz besonders großes Stück — es ist nur die ziemlich vollständige Epiphyse (Fig. 9) — zu dem zweitgrößten vorliegenden Astragalus von *B. Andrewsi* (s. unten S. 73 [225] ziemlich genau. Die 13 mittelgroßen Exemplare entsprechen der langen mir vorliegenden Reihe mittelgroßer Astragali. Unter sich sind sie, ganz wie jene Fußwurzelknochen, nicht alle gleichartig, sowohl was die Breite der Distalfläche betrifft, als auch in den Verhältnissen der ansitzenden Schaftstücke, soweit hier nicht (im Ausbildungsgrade der Kanten und Muskelleisten) Alters- und wohl auch Geschlechtsunterschiede eine Rolle spielen. Bei den einen verläuft nämlich der Schaft fast gerade, bei anderen biegt er sich ziemlich bald. Eine präzise Scheidung in mindestens zwei mittelgroße Arten (d. h. also *B. Fraasi* und *Gorringei*) hat allerdings ihre Schwierigkeiten. Ich bin geneigt, schwergebaute Stücke mit fast quadratischer Distalfläche, bei denen die Furche für die mediale Gelenkrolle des Astragalus ein wenig breiter (so u. a. Brit. Mus. M 9466, Neuerwerbung) und deren Schaft, von der Seite gesehen, leicht S-förmig ist, zu *B. Fraasi* zu stellen. Dazu wäre dann auch Fig. 13 und 14 zu rechnen. Die häufigeren mit quer etwas mehr verbreiterter Distalfläche, aber trotzdem relativ schmälerer medialer Gelenkfurche, wie z. B. Brit. Mus. 8864a, das Andrews ausführlicher beschreibt, sind dann *B. Gorringei* zuzuteilen. Ihr Schaft ist, von der Seite gesehen, gerade. Das oben beschriebene Stück in Stuttgart gehört hierher. Die proximale Endfläche ist bei ihm besonders stark verschmälert, aber wohl infolge Verdrückung. Nach wohlerhaltenen englischen Exemplaren, die ich vergleichen konnte, ist dieser Unterschied zwischen *B. Fraasi* und *Gorringei* nicht besonders markiert. Das nach Andrews von *B. Gorringei* stark abweichende Stück 9312 des Brit. Mus. würde dann einer dritten mittelgroßen Art zugehören. Es muß einstweilen unentschieden bleiben, ob wir hier die Spur einer neuen Form vor uns haben von besonderem, von *Bothriogenys* abweichendem Habitus. Wahrscheinlicher ist mir, daß es sich um ein besonders großes Stück der größeren Form von *B. parvus* handeln könnte, vor allem wegen des schlanken Habitus der Knochen (Maße Andrews, Catalogue. pag. 187).

Die 4 kleineren Exemplare meines Materials passen mehr oder minder gut zu 7 Astragali kleineren Formates. Sie gehören wahrscheinlich sämtlich zu der häufigeren der kleinen Arten, dem *B. rugulosus*, von dem ja auch z. B. von Unterkiefern ziemlich reichliches Material vorliegt.

Der vermutlich sehr hochläufige *B. parvus* dürfte in dem mir zugänglichen Material in normaler Größe nur durch ein Distalende im Brit. Mus. (M 9467) vertreten sein. Seine Distalfläche ist hoch und schief, da sie sich auf der Plantarseite medial kammartig erhebt. Die Gelenkfurchen für den Astragalus sind auffallend schmal (s. diesen Knochen S. 73 [225]). Der bis zur Mitte erhaltene Schaft ist dort im Querschnitt schon ziemlich hoch-dreieckig.

Auch ein fast vollständiges Proximalende einer sehr kleinen Tibia liegt im Brit. Mus. (No. 8444). Seine Gelenkfläche ist vergleichsweise hoch und schmal. Ich neige zu der Annahme, daß es sich auch bei ihm um *B. parvus* handelt.

Maße des Taf. VI [XXII], Fig. 6 abgebildeten Stückes:

Länge	378 mm	Breite, proximal	63,7 mm
Tiefe, proximal	83,7 „	„ distal	46 „
„ distal	45,4 „		

Fibula.

Taf. VI [XXII], Fig. 17, 18.

Der distale Hauptteil einer Fibula, wie ihn KOWALEVSKY von *Diplopus* abbildet (Hyop. t. 35 f. 3), liegt auch aus dem Fajum in ausgezeichnetem Erhaltungszustande vor, nur von der anderen, der rechten Seite.

Unsere Abbildung zeigt, daß die Gelenkfläche für den Astragalus vergleichsweise weit hinabreicht und nach hinten sich ziemlich gleichmäßig erweitert, nicht so stark dorsal ausgeschnitten, wie bei *Sus* und dem von KOWALEVSKY, wie bekannt, zu Unrecht in die unmittelbare Verwandtschaft von *Ancodon* verpflanzten *Diplopus*. (KOWALEVSKY legte auf die große Uebereinstimmung der Fibula von *Diplopus* mit einer Anzahl französischer, zu *Hyopotamus* gerechneter Exemplare besonderen Wert für die systematische Zusammengehörigkeit.) Bei der sehr kleinen Fibula von *Entelodon Mortoni*, die ich in München vergleichen konnte, findet sich dasselbe, eine reichliche Bandverbindung begünstigende Verhalten. Am proximalen Rande wird die Astragalusfacette ein Stück weit von einer glatten, schräg proximal-medialwärts gerichteten Abflachung begleitet, die als Gelenkfläche für die Tibia dient und meist mit einem besonderen Vorsprung derselben artikuliert. Im übrigen ist die mediale Fläche des Knochens ganz außerordentlich aufgerauht für den Ansatz der starken bindegewebigen Verkapselung mit der Tibia, trägt einen tiefen und breiten Sulcus malleolaris und springt nach hinten in einem scharfen Knorren vor.

Der Schaft der Fibula ist bei dem jedenfalls ziemlich jugendlichen Stück etwa 36 mm vom Distalende durch eine Epiphysalnaht abgetrennt, die genau an derselben Stelle auftritt, wie beim jungen Schwein. Sie entspricht in ihrer Lage der Gelenkfläche gegen das Os malleolare der Wiederkäuer. Der sich von der Epiphysennaht an schnell verjüngende, nur 30 mm höher kaum noch bleistiftstarke Schaft zeigt auffallenderweise am Oberende dieser Verjüngung noch einmal eine wie eine Epiphysenfläche anmutende Quertrennung.

Das Stück paßt nun zu dem zweitgrößten vorliegenden Astragalus, mit dem es auch im Erhaltungszustand ganz übereinstimmt, so gut, daß es zu ihm gehören dürfte, jedenfalls der größten Art des Fajum, dem *B. Andrewsi*, zuzuweisen ist. Mit dem, wie oben festgestellt wurde, ebenfalls auf diesen Astragalus passenden Distalende einer sehr großen Tibia von etwas korrodiertem Erhaltungszustande stimmt es an der Artikulationsstelle ganz gut zusammen.

Maße:

am distalen Ende, dorso-plantarer Durchmesser	35 mm
„ „ „ querer Durchmesser	20 „
15 mm über dem distalen Ende, dorso-plantarer Durchmesser	40 „
120 „ „ „ „ „ „ „ „	5 „
„ „ „ „ „ „ querer Durchmesser	5 „

Astragalus.

Taf. VIII [XXIV], Fig. 1—10.

Es liegen nicht weniger als 33 Stück vor, eine ganze Reihe davon gut, mehrere vorzüglich erhalten.

Die Größe schwankt zwischen 56 und 99 mm Längendurchmesser. Die Mehrzahl besitzt ein etwa zwischen beiden Extremen in der Mitte liegendes Maß. Diese mittelgroßen Stücke entsprechen auch in der Form ganz dem von ANDREWS im Text (l. c. pag. 188) gut abgebildeten Stück von 76 mm größter Länge, das er seiner im Fajum am häufigsten vorkommenden Species *(A.) Gorringei* zurechnet.

Gehen wir von dieser mittelgroßen Form aus, zu der auch die besterhaltenen Stücke meines Materials gehören. Im allgemeinen kann auf die ziemlich eingehende Beschreibung bei ANDREWS (l. c. pag. 187) verwiesen werden, doch seien folgende Bemerkungen gestattet.

Schon ANDREWS wies darauf hin, daß auf der Plantarseite des Knochens die von SCOTT[1]) bei *Ancodon americanus* hervorgehobene Zweiteilung der Gelenkfläche für das Sustentaculum calcanei gut ausgebildet ist. Ganz fehlt diese Zweiteilung auch den europäischen Formen nicht. Daß sie bei *Diplopus* sogar wohlausgebildet vorhanden war (s. auch unten unter Calcaneum), fällt nicht mehr ins Gewicht. Sie ist aber, wenn sie auch nicht besonders erwähnt wird, auf der Zeichnung des Astragalus von *Ancodon leptorhynchus* bei FILHOL (fig. 132) offenbar ebenfalls angedeutet. ANDREWS erwähnt dann als distale Verlängerung des schmäleren, medialen Anteiles dieser Sustentaculum-Facette noch eine selbständige, kleine, gerundet-dreieckige Fläche. Bei gut erhaltenen Stücken unseres Materials finden sich dort sogar zwei solcher detachierten Flächen. Sie sind aber mit den großen Gelenkflächen, auf denen das Sustentaculum sich gleitend bewegt, nicht gleichartig, stoßen ja auch gegen ihre proximale Nachbarin winklig ab. Wenn man nun ein gut zusammenpassendes Paar Astragalus-Calcaneum zusammensetzt und in der Bewegung untersucht, so kann man leicht feststellen, daß die kleinen Flächen nur Anschlagsflächen sind, die der Exkursion des Calcaneum auf dem Astragalus eine Grenze setzen.

Derartige Anschlagsflächen sind auf den besterhaltenen Astragali des Materials überhaupt ungemein charakteristisch ausgebildet. Vor allem finden sie sich auf der meist kräftig entwickelten, zugeschärften Leiste, die quer über die ganze Mitte der Dorsalfläche des Astragalus zwischen der proximalen und distalen Gelenkfläche herüberläuft und die beiden Impressiones digitatae scheidet. Die ganze proximale Abdachung dieser Leiste, die wie eine Gelenkfläche geglättet ist, dient im Stadium stärkster Beugung des Fußgelenkes dem buchtig zugeschnittenen dorsalen Rande des Distalendes der Tibia als Widerlager, vor allem auch der vorspringende Zahn, den die Leiste auf dem medialen Rande des Astragalus zwischen den beiden Gelenkrollen bildet. Von dieser Stelle des medialen Randes läuft die Anschlagsleiste dann noch deutlich auf die mediale Seitenfläche des Astragalus hinüber, gleichzeitig distalwärts ausbiegend. Sie bildet dort den Anschlag für den Malleolus internus der Tibia, der auf der medialen Außenseite des Knochens seine deutliche Gleitfläche hat. Der zahnförmige Vorsprung zwischen den medialen Rollen dient anderseits, mit seiner ebenfalls geglätteten distalen Abdachung, als Anschlag für den proximalen Rand der Dorsalfläche des Naviculare.

Der entsprechende Rand der hoch aufragenden Nachbarregion des Cuboideum schlägt bei der Beugung gegen die plantare Wurzel des scharfen Spornes, der auf der Mitte der lateralen Seite des Astragalus weit vorspringt. Dieser laterale Mittelsporn dient allerdings vor allem als Träger des dorsalen Teiles der proximalen, etwa plantarwärts gerichteten Calcaneum-Facette des Astragalus. Wie man sich an einem gut passenden Paar leicht überzeugen kann, liegt der Sporn genau am Drehpunkt der ganzen Bewegung (cf. Sustentaculum calcanei).

Proximal stößt etwa unter rechtem Winkel an diese Calcaneum-Facette des Spornes eine fernere

1) Strukt. a. Relat. pag. 482.

Fläche, die als Anschlagsfläche für die Fibula im Beugestadium fungiert. An ihr findet daher die eigentliche Fibula-Gelenkfläche an der unterschnittenen Außenseite des Astragalus ihre distale Grenze.

Auch der an der medialen Seite der proximalen Gelenkrolle plantarwärts vorspringende Zapfen des Astragalus dient als Anschlag, nämlich für den plantaren Rand der Tibia bei der Streckung des Sprunggelenkes. Der plantare Rand des Malleolus internus schlägt gleichzeitig an eine kleine Hervorragung auf der medialen Astragalusseite.

Ich habe es nicht für überflüssig gehalten, auf diese Einzelheiten an den so schön erhaltenen Knochen, die auf den ersten Blick nur wie elegante Ornamente erscheinen, etwas näher einzugehen, nicht um eine möglichst detaillierte Beschreibung zu geben, sondern um auf die vielen Beziehungen zwischen der Form des Knochens und dem außerordentlich präzise wirkenden Mechanismus des Sprunggelenkes hinzuweisen.

Es wäre nun von besonderem Interesse, wenn sich gerade bei diesem, für die Systematik der großen Ungulatengruppen so wichtigen Knochen auch für die Artkritik brauchbare Unterschiede feststellen ließen, und tatsächlich fehlen sie nicht ganz. Die großen und mittleren Stücke haben freilich viel Uebereinstimmendes. Sie besitzen bei Lagerung auf der dorsalen Seite (wie Fig. 4) etwa denselben Umriß. Das Verhältnis der Länge zur Breite nahe dem distalen Ende ist etwa 1,57 : 1. Von den proximalen Gelenkrollen ist die laterale gewöhnlich viel breiter als die mediale. Die Mittelebenen der proximalen und distalen Rollen bilden einen deutlichen Winkel, so daß der ganze Knochen auf der medialen Seite eingeknickt erscheint. Immerhin ist das große, in Fig. 1, 2 abgebildete Exemplar, das zu *B. Andrewsi* gehört, distal vergleichsweise kurz und breit gebaut, im allgemeinen auch, wenn es auf der Plantarseite liegt, wie in der Abbildung 2, schiefer nach der lateralen Seite geneigt. Der ganze Habitus ist etwas plumper und erinnert recht sehr an den massiven Astragalus von *B. onoideus*.

Von der medialen, einem menschlichen Ohr nicht unähnlichen Seite betrachtet, zeigen ferner die ganz großen Stücke, also *B. Andrewsi*, ein starkes Ueberwiegen der Breite in der proximalen Hälfte, das bei den mittelgroßen nur angedeutet ist. Als ein Unterschied zwischen den beiden mittelgroßen Formen, *A. Fraasi* und *Gorringei*, ist, vielleicht entsprechend dem bei der Tibia Gesagten, die relativ größere Breite des medialen Rollkammes der proximalen Gelenkrolle bei der schwerer gebauten ersteren Art festzuhalten. Von den kleinen gehören die massiveren, von den vorigen nur in der Größe verschiedenen zu *B. rugulosus*. Einige besonders schlank gebaute (Länge zur Breite wie 1,8 : 1) sind zu *B. parvus* zu rechnen. Vor allem sicher das kleinste, leider ziemlich beschädigte der vorliegenden Stücke von nur 56 mm Länge (Fig. 7) zeigt auf den ersten Blick einen ganz anderen Formtypus, als die übrigen. Es ist fast gar nicht nach der lateralen Seite zu eingeknickt, und seine proximalen Gelenkrollkämme sind nur wenig unsymmetrisch zueinander, ähnlich *Ancodon americanus*[1]).

Maße der abgebildeten Stücke, einschließlich *B. onoideus* von Eggenburg. Die gemessenen Strecken sind in der Tektur zu Fig. 2 bezeichnet.

	B. onoideus	*Andrewsi*	*Fraasi*	*Gorringei*	*rugulosus*	*parvus*
1. Gesamtlänge	109,8	94,2	76,7	69,4	63,3	56,3 mm
2. Länge des proximalen Abschnittes	71,2	58,9	44,6	40,6	33,4	34,2 „
3. Breite, proximal	60	44,2	36,3	34,5	29,2	24,6 „
4. „ distal	65,9	46,7	40,8	36,4	32,4	26,9 „

1) Scott, Struct. a. Relat. pag. 482.

Calcaneum.

Taf. VIII [XXIV], Fig. 11—15.

Es liegen 15 Stück dieses wichtigen Knochens vor, alle vollständig oder mit nur unwesentlichen Defekten. Einige Stücke, und zwar solche von mittlerer Größe, sind von ausgezeichnetem Erhaltungszustand. Sie passen zum Teil gut auf Astragali von *B. Gorringei*.

Auch hier kann zur allgemeinen Orientierung auf die Beschreibungen bei Kowalevsky, Filhol, Scott und Andrews sowie auf die Erklärung unserer Abbildungen verwiesen werden.

Außerdem möchte ich noch folgendes bemerken. Das Sustentaculum besitzt bei guter Erhaltung nicht nur zwei (Scott), sondern sogar drei Facetten nebeneinander. Die größte, lateral gelegene und die anstoßende mittlere entsprechen, konform dem Verhalten bei *Ancodon americanus*, den oben besprochenen zwei großen Gleitflächen auf der Plantarseite des Astragalus. (Es mag beiläufig erwähnt sein, daß sie auch in der Zeichnung eines Calcaneum von *Diplopus* bei Kowalevsky (Hyop. t. 35 f. 4) gut zu erkennen sind und so beweisen, daß auch bei dieser Form zwei winklig zusammenstoßende sustentaculare Facetten am Astragalus vorhanden waren.) Dazu kommt dann gegen die mediale Ecke des Sustentaculum zu eine dritte Fläche, die nur klein und nicht immer ganz deutlich ist. Sie ist keine eigentliche Gelenkfläche, sondern entspricht nur der oben besprochenen Anschlagfläche am distalen Ende der sustentakularen Gelenkflächen des Astragalus. Auch diese Fläche erscheint übrigens in der Figur von *Diplopus* bei Kowalevsky angedeutet.

An dem Vorsprung für das Fibulargelenk des Calcaneum sitzt an der inneren, medialen Seite eine breite, glatte Gelenkfläche für den plantaren Anteil der proximalen Calcaneumfacette des Astragalus (Fig. 12). Am distalen Abfall desselben Vorsprunges dagegen befindet sich die kleine, aber wichtige Gelenkfläche für den mittleren Sporn der lateralen Seite des Astragalus. Diese Fläche ist ein Teil eines mäßig steilen Kegels, denn der Astragalus führt um diese Stelle seine Drehung aus, und sie hat wie ein Achsendorn bei derselben zu wirken.

Die große distale Gelenkfläche an der medialen Seite des Calcaneum dient je nach dem Spannungsgrade des Sprunggelenkes entweder nur dem Kontakt mit dem Astragalus, oder bei starker Beugung, wenn das Calcaneum distalwärts ganz vorgleitet, wenigstens mit ihrer distalen Hälfte der Gelenkung mit dem Cuboideum. Sie gleitet an der lateralen, geglätteten Seitenfläche des hohen, auf der Dorsalseite dieses Knochens eckig vorspringenden Hornes (Fig. 16) entlang. Entsprechend ihrer doppelten Bestimmung ist diese sogenannte distale Astragalusfacette des Calcaneum auch nicht einheitlich geebnet, sondern besitzt eigenartige flachwellige Depressionen, die eine Teilung andeuten.

Auf die Verteilung der vorliegenden Stücke auf die verschiedenen Arten soll hier nicht weiter eingegangen werden. Nach der Größe lassen sich die besser erhaltenen Stücke leidlich gruppieren; dementsprechend sind die zwei abgebildeten Stücke mit Vorbehalt benannt. Unterschiede in der Massigkeit des Baues, dem Verhältnis von Länge und Breite etc. treten mehrfach hervor. Sie sind aber bei der geringen Anzahl der sehr verschieden gut erhaltenen Stücke schwer sicher zu bewerten, besonders da die Form des Knochens auch innerhalb der Art, von den Gelenkflächen abgesehen, nicht geringen Schwankungen zu unterliegen scheint.

Maße der 3 häufigsten Arten:

	B. Fraasi	*Gorringei* (Fig. 12—15)	*rugulosus* juv. (Fig. 11)	
Gesamtlänge	156	129,8	90,8[1])	mm
Länge am Astragalus	61,3	59	44,1	„
Breite am Sustentaculum	49,3	44	29,4	„
größte Tiefe	59,2	51,1	38,8	„

Cuboideum.

Taf. VIII [XXIV], Fig. 16—19.

Der Stuttgarter Sammlung gehören 4 Stücke dieses Knochens an, von denen 2 größere, ein rechtes und ein linkes, und 2 kleinere je ziemlich gleich groß sind. Das rechte, in Fig. 17 abgebildete ist vollständig und ausgezeichnet erhalten. Aus der großen Menge der Astragali und Calcanea ließen sich ganz gut zu ihm passende auswählen. Danach gehört es zu *Brachyodus Fraasi*. Das zweite Stück (Fig. 18) weicht ziemlich ab und leitet zu einem dritten, wesentlich kleineren (Fig. 19) über (s. u.).

Cuboide aus dem Kreise der Anthracotheriiden sind, wenn auch zum Teil nach nicht ganz ausreichendem Material, mehrfach genau beschrieben. Ich kann mich daher in der Hauptsache wieder damit begnügen, auf die Abbildungen des ausgezeichneten vorliegenden Stückes hinzuweisen. Das Deckblatt der Tafel gibt ausreichende Auskunft über die zahlreichen Gelenkflächen.

Hervorheben möchte ich folgendes:

Am Proximalende ist die konvexe, lateral gelegene Gelenkfläche für die distale Abschrägung am Processus anterior des Calcaneum im allgemeinen, von der äußeren, vergleichsweise sehr tief herabhängenden dorsalen Zunge abgesehen, etwa gleich breit, nicht so flügelförmig lateralwärts vorspringend, wie bei dem massiven Cuboid von *B. onoidens*[2]). Sie ist im Mittel ebenso breit, wie die medialwärts anstoßende, tief konkave Fläche für den Astragalus, nur am schief medialwärts geneigten dorsalen Rande ist diese letztere ziemlich erweitert. Dieser dorsal aufsteigende Fortsatz artikuliert mit seiner vertikalen, lateralen Fläche mit dem Calcaneum, ebenso wie die entsprechend gerichtete Vertikalfläche an dem noch höher ansteigenden plantaren Fortsatz der Proximalseite. Die Hauptgelenkfläche für den Astragalus ist wenig hinter der Mitte unterbrochen durch einen unregelmäßigen Sulcus interarticularis, ähnlich wie bei *Ancodon americanus*.

Der Verbindung mit dem Naviculare dienen die bekannten vier Gelenkflächen der medialen Seite, ein proximales Paar und ein distales. Von diesem letzteren gehört die dorsale einem kräftigen, medialwärts gerichteten Vorsprung an, wie ihn ähnlich Kowalevsky bei *Anthracotherium* und *Diplopus* beschreibt.

Dem Verhalten bei dem einem anderen Verwandtschaftskreise angehörigen *Diplopus* entspricht ferner ein massiver, knorriger Fortsatz, der auf der Plantarseite des Knochens distalwärts um reichlich 1 cm unter das Niveau der distalen Gelenkfläche vorspringt, von ihr getrennt durch einen deutlichen Einschnitt für die Peronaeussehne. Er artikuliert selbst nicht mit dem plantarwärts vorspringenden Horn am Proximalende des Metacarpale IV (Taf. IX [XXV], Fig. 12 etc.). Die Spitze dieses Fortsatzes ruht vielmehr in einer geglätteten Grube, die, entsprechend einem merklichen Aufsteigen des Fortsatzes in proximaler Richtung, höher liegt, als das Niveau des genannten Gelenkes. Ueber diese Grube wölbt sich schützend eine sehr rauhe, medialwärts gerichtete, flügelartige Erweiterung des Cuboideum. Sie ist von Kowalevsky in noch viel bedeutenderer Ausdehnung bei einem *Ancodon*

1) Ohne Epiphyse.
2) Mayet, Etude. t. 6 f. 5 und Textfig. 63.

von Le Puy beschrieben, dessen Cuboideum des distalen plantaren Hornes entbehrt[1]). Bei *Ancodon americanus*, bei dem das Cuboid einen nicht besonders langen, aber massiven distal-plantaren Fortsatz besitzt, ist auch die mediale Ausbreitung besonders stark entwickelt und unterhält mit den plantaren Hörnern des Metatarsale III und IV sowie auch dem äußeren Cuneiforme Gelenkkontakt.

Aus dieser Zusammenstellung geht, soweit die Angaben nach genügend erhaltenem Material gemacht sind, hervor, daß diese plantaren Vorprünge des im übrigen so ausgezeichnet formbeständigen Knochens außerordentlich plastisch und veränderlich sind, wohl auch mit dem Alter des Individuums stärker hervortreten. Jedenfalls zeigt gleich das zweite der vorliegenden Stücke, das sonst in den Maßen hinter dem beschriebenen etwas zurückbleibt, das distal-plantare Horn sogar stärker entwickelt und plantarwärts stärker abgespreizt, als jenes.

Endlich sei noch eine schmale Gelenkfläche für das Cuneiforme III erwähnt, die an dem oben besprochenen zahnförmigen Vorsprung der medialen Seite des Cuboids gegen die distal-dorsale Fläche für das Naviculare in scharfer Kante abstößt.

Das zweite Stück, von dessen stark abgespreiztem Plantarfortsatz eben schon die Rede war, ist dorsal viel niedriger und auch zierlicher gebaut. Es dürfte zu einem großen Exemplar von *B. Gorringei* gehören.

Das dritte abgebildete, das wieder wesentlich kleiner ist, besitzt einen ähnlich vorspringenden Plantarfortsatz, aber auch die mittlere, sehr knorrig-tuberöse Partie seiner Plantarfläche springt stärker vor. Sie macht entsprechend innen Platz für einen relativ langen Plantarfortsatz des Metatarsale IV, der sich dort anlegt, wie wir sahen. Das Stück dürfte einem alten Tier angehören, einem sehr starken ♂ von *B. rugulosus*. Ein zweites Exemplar desselben Typus kam vor kurzem in das Naturalienkabinett.

Es befindet sich nun unter neuerworbenem Material des British Museum noch ein sehr viel kleineres, nicht ganz vollständiges Cuboideum (M 10214 der Sammlung). Seine Maße sind unten mitgeteilt. Die glatte, von Gruben und Höckern fast freie Außenseite deutet wohl auf ein jüngeres, doch nach der Entwicklung der Compacta immerhin ausgewachsenes Tier. Das Stück muß wohl *B. parvus* zugewiesen werden. Jedenfalls handelt es sich um eine Form mit besonders schlankem Fußbau. So ist, wie die unten mitgeteilten Zahlen ergeben, das Verhältnis der distalen Breite der Dorsalfläche zu ihrer Länge bei der Form nur = 0,59, bei *B. Fraasi* = 0,71. Die schräge, proximale Gelenkfläche für das Calcaneum hängt entsprechend dieser größeren Höhenentwicklung dorsal viel weniger tief herab. Sie endigt schon wesentlich über der Mitte der Dorsalseite. Sodann ist auch auf der Distalseite die Stufe zwischen den Gelenkflächen für das Metacarpale IV und V höher und steiler, als bei *B. Fraasi* (entsprechend dem Verhalten des Cuneiforme II und III, S. 78 [230]). Die längeren Fortsätze des Knochens sind abgebrochen, vor allem der distal-plantare Fortsatz, der, wie es scheint, einigermaßen entwickelt war. Doch ist deutlich, daß auch bei dieser Form eine medialwärts vorspringende Verbreiterung der Plantarseite nicht vorhanden war.

Maße der beschriebenen Stücke, a) von *B. Fraasi*, b) von *B. Gorringei*, c) von *B. rugulosus*, d) des kleinen, rechten Exemplares des British Museum.

	a	b	c	d
Dorsalseite, Länge	44,6	38	31,5	27,4 mm
„ Breite, distal	31,4	30	27,1	16,3 „
Plantarseite, Gesamtlänge	79,6	78,6	69	— „
„ Länge ohne distalen Fortsatz	68,6	62,9	58,6	— „
Tiefe, dorso-plantar, Mitte der Dorsalfläche	50,4	50,2	50	29,1 „

1) Hyop. t. 38 f. 10.

Naviculare.

Taf. VIII [XXIV], Fig. 16, 20—27.

Es liegen im ganzen 14 Stück vor, von denen jedoch nur etwa die Hälfte ausreichend vollständig und scharf genug erhalten ist.

Die Mehrzahl der Stücke ist von mittlerer, ungefähr gleicher Größe. Ein rechtes (Fig. 16, 20—22) gehört mit dem oben beschriebenen rechten Cuboid von *B. Fraasi* zusammen, ein linkes (Fig. 23) ist ihm ganz ähnlich. Beide dürften also dieser Species zufallen. Eine Reihe etwas kleinerer gehört zu *B. Gorringei*; eines von ihnen (Fig. 25—27) paßt vollkommen zu dem in Fig. 3—6 abgebildeten Astragalus. Von 2 ziemlich kleinen, die *B. rugulosus* zukommen, ist ein vor kurzem erworbenes von ungewöhnlich schöner Erhaltung. Auch hier kann in der Hauptsache auf die vorhandenen Beschreibungen und die gegebenen Abbildungen verwiesen werden.

Im besonderen ist zunächst zu bemerken, daß auf der lateralen Seite des Knochens die dorsal-distale Gelenkfläche für das Cuboid stark schief steht. Sie gehört einem scharfen Vorsprung an, der sich einer tiefen Grube der medialen Seite des Cuboids einfügt und die Verbindung der beiden Knochen zu einer sehr innigen macht. Auch die plantar-distale der vier Flächen für das Cuboid ist sehr schief gestellt und ruht der soliden, auf der Plantarseite dieses Knochens medialwärts vorragenden Erweiterung auf.

Von den distalen Gelenkflächen nimmt die dorsale für das große Cuneiforme III die Hälfte der ganzen Distalseite in Anspruch. Die recht kleine Facette für das Cuneiforme II ist durch eine quere Einsenkung eingedrückt. Sie stößt plantarwärts mit deutlicher Kante gegen die wieder etwas größere für das Cuneiforme I ab. [An dem von Filhol beschriebenen Exemplar von Le Puy ist diese ausdrücklich als „toute petite" bezeichnet[1])]. Sie ist ebenfalls stark konkav, wie sie schon Kowalevsky[2]) nach nur mangelhaft erhaltenen Exemplaren von Le Puy beschrieben hat. Sonst entspricht die Ausbildung dieser Facette vor allem derjenigen, die Scott von dem 5-zehigen *Ancodon americanus* beschreibt. Nur der distale Fortsatz (rudimentary beak), der bei dieser Form am plantaren Rande angedeutet ist und ebenfalls mit dem Cuneiforme II etwas artikuliert, ist bei unseren Stücken nicht vorhanden.

Vier besonders große Stücke, von denen ein recht gut erhaltenes linkes in Fig. 24 abgebildet ist, darf man alle dem größten *Brachyodus* des Fajum, *B. Andrewsi*, zuweisen, mit dessen Astragalus (Fig. 1, 2) das in Fig. 24 abgebildete sehr gut zusammenpaßt. Von einigermaßen deutlichen Unterschieden vom Naviculare von *B. Fraasi* ist zunächst hervorzuheben eine vergleichsweise geringere Breite des Knochens (Breite zur dorso-plantaren Tiefe wie 1 : 1,37, bei *B. Fraasi* wie 1 : 1,26). Ferner steigt am proximalen Plantarrande die große Gelenkfläche für den Astragalus höher auf, wie besonders bei dem abgebildeten Stück. Auch die dorsal-distale von den vier Gelenkflächen für das Cuboid ist bei den 2 besterhaltenen Stücken besonders stark entwickelt, ebenso wie der sie tragende, oben besprochene Zahnvorsprung auf der medialen Seite des Knochens.

Maße:

	B. Andrewsi Taf. VIII [XXIV], Fig. 24	*Fraasi* Taf. VIII [XXIV], Fig. 20	*Gorringei*	*rugulosus*
Höhe vorn (dorsal)	27,2	26,6	21	20,9 mm
„ hinten (plantar)	43,2	31	30,7	26,6 „
Breite der Vorderhälfte	35,5	32	30,3	22,7 „
größte Tiefe	53,3	45,5	44,4	33,9 „

1) Ronzon. pag. 176.
2) Hyop. p. 59 u. 60.

Cuneiforme III.

Taf. VIII [XXIV], Fig. 28—39.

Das große, dritte Cuneiforme, das hier zunächst anzuschließen ist, liegt in sechs rechten und einem linken, sowohl in der Größe, als auch in anderer Hinsicht stark voneinander verschiedenen Stücken vor.

Das wohlerhaltene zweitgrößte von ihnen (Fig. 28—30) paßt mit dem oben beschriebenen Cuboideum und Naviculare von *B. Fraasi* zusammen und gehörte zu demselben Tier. Von ihm soll daher wieder ausgegangen werden. Seine proximale — übrigens bei allen 6 Stücken, im Gegensatz zu *Ancodon americanus*, ganz ungeteilte — Gelenkfläche gegen das Naviculare ist ziemlich konkav, vor allem durch das Aufbiegen eines an der lateralen Seite plantarwärts vordringenden Vorsprunges. Die laterale Seite selbst besitzt am proximalen Rande entlang eine schmale Fläche für das Cuboid, die dem Zahnvorsprung an dessen medialer Seitenfläche aufruht. Die schräg nach außen sehende plantare Grenzfläche wird ganz vom Cuneiforme II bedeckt. Ist sie, wie im vorliegenden und überhaupt in 6 von unseren 7 Fällen, nicht mit diesem verwachsen, so sieht man drei durch einen mehrarmigen, rauhen Sulcus interarticularis getrennte Gelenkflächen, am proximalen, distalen und medialen Rande entlang. Die distale Seite wird fast ganz von der am lateralen Rande stark welligen Gelenkfläche für das Metatarsale III eingenommen. Indessen besitzt ihr schiefer plantarer Rand eine schmale, in der Mitte unterbrochene Abschrägung für das Metatarsale II. 2 weitere Stücke von leidlicher Erhaltung, darunter das in Taf. VIII [XXIV], Fig. 33—35 dargestellte, sind etwas kleiner, vor allem niedriger, und gehören vermutlich zu *B. Gorringei*, passen auch in den Maßen zu dessen Naviculare.

Das größte Exemplar weicht nicht unwesentlich ab. Es ist vergleichsweise sehr niedrig und quer verbreitert. Die wenig undulierte distale Gelenkfläche für das Metatarsale III fällt mit der sehr wenig schiefen, tief ausgeschnittenen plantarwärts anstoßenden Abschrägung für das Metatarsale II fast in eine Ebene. Die Höhe des Cuneiforme II erreichte also fast die des Cuneiforme III und die Metatarsalia II und III inserierten fast im gleichen Niveau. Auf der lateralen Seite des Knochens löst sich ferner die Gelenkfläche für das Cuboid vom proximalen Rande fast ab, erhält elliptische Form und sieht rein lateralwärts. Endlich ist der auf der lateralen Seite plantarwärts vordringende Vorsprung, soweit er erhalten ist, schmal und ungewöhnlich lang. Den Größenverhältnissen nach gehört das Stück zu *B. Andrewsi* und paßt auch einigermaßen zu dem einzigen vorhandenen rechten Naviculare dieser Art.

Ein fünftes Stück von vorzüglich scharfer Erhaltung zeigt ebenfalls außer auffallend geringen Maßen bemerkenswerte Abweichungen. Die Gelenkfläche für das Cuboid ist nämlich außergewöhnlich groß, ebenso die hier ungeteilte Schrägfläche für das Metatarsale II. Die Farbe und sonstige Erhaltung entspricht ferner ganz Metatarsalien der Stuttgarter Sammlung, die ihren Maßen nach zu *B. parvus* gehören müssen. Dieser Species dürfte das Stück somit ebenfalls zuzuzählen sein. Es trägt übrigens allein in der ganzen Serie in fester Verwachsung ein Cuneiforme II, von dem gleich die Rede sein wird. Ein neuerworbenes linkes Cuneiforme III von tadelloser Erhaltung besitzt fast genau dieselben Eigenschaften.

Das letzte Stück ist abermals wesentlich kleiner. Sein nicht besonders günstiger Erhaltungszustand läßt immerhin deutlich erkennen, daß die Gelenkfläche für das Metatarsale II nicht besonders entwickelt und geteilt ist. Die Fläche für das Cuboid ist dagegen ganz besonders stark ausgebildet. Die Zugehörigkeit muß einstweilen zweifelhaft bleiben; jedenfalls handelt es sich um ein sehr junges Tier, wohl von *B. rugulosus*.

Maße der abgebildeten Stücke:

	B. Andrewsi	*Fraasi*	*Gorringei*	*parvus*
Mittlere Höhe vorn (dorsal)	17,1	16,5	13,5	14,1 mm
größte Breite	29,5	24,3	22	20 „
„ Tiefe (dorso-plantar)	39,4	34,7	27,3	25,9 „

Cuneiforme II.

Das einzige, eben schon erwähnte, vorzüglich erhaltene Stück dieses Knochens liegt der schräg nach außen sehenden plantaren Fläche des in Taf. VIII [XXIV], Fig. 36, 37 dargestellten Cuneiforme III so an, daß es über den plantaren Vorsprung dieses Knochens lateral-plantarwärts kaum vorragt. Seine proximale Fläche wird in ihrer medialen Hälfte zum Teil von der etwas konvexen Fläche für das Naviculare eingenommen. Distal liegt die wesentlich größere, ebene Fläche für das Metatarsale II. Die ganze vertikale Außenfläche ist stark höckerig und grubig.

Nach dem oben beim Cuneiforme III Gesagten ist das Stück *B. parvus* zuzuzählen und paßt zu einem ungemein schlanken Metatarsale II dieser Art (Taf. VIII [XXIV], Fig. 40, 41).

Maße:

Breite der Anwachsfläche	17,4 mm
Höhe	11,5 „
größte Dicke	7,8 „

Cuneiforme I.

Dieser Knochen, der nach der eingehenden Beschreibung Scotts[1]) auch im isolierten Zustande hätte bestimmt werden können, ist mir bisher nicht zu Gesicht gekommen.

Metatarsale II.

Taf. VIII [XXIV], Fig. 40, 41; Taf. IX [XXV], Fig. 1—3, 8—11, 16, 17.

Der innerste Mittelfußknochen liegt von allen fünf Species in guten Stücken vor. Ein sehr großes Exemplar von 159 mm Länge (Taf. IX [XXV], Fig. 1—3) gehört zu *Brachyodus Andrewsi*. Eine Serie unter sich recht ähnlicher dürften zu *Bothriogenys*, und zwar die beiden größten (z. B. Taf. IX [XXV], Fig. 8—11) zu *B. Fraasi*, drei mittelstarke zu *B. Gorringei* und zwei schwächere (z. B. Taf. IX [XXV], Fig. 16, 17) zu *B. rugulosus* gehören. Ein letztes, sehr schlankes Stück (Taf. VIII [XXIV], Fig. 40, 41), dessen Proximalende leider beschädigt ist, rechne ich zu *B. parvus*.

Das Proximalende ist bei allen Stücken, wo es vollständig erhalten ist, sehr charakteristisch geformt. Es besitzt eine bei *B. Andrewsi* schief lateralwärts ansteigende, etwa elliptische Querfläche (Taf. IX [XXV], Fig. 2 u. 17) von mäßiger Ausdehnung und schräger Lage der Hauptachse zur Dorsalseite des Fußes. Diese Querfläche wird der Länge nach von einer dachförmigen, schiefen Kante geteilt in eine schmälere und steil dorso-medial abfallende (bei *B. Andrewsi* durch eine Bänderrinne zweiteilige) Portion für die Abschrägung des Cuneiforme III und einen breiteren, fast horizontal liegenden Hauptanteil für das Cuneiforme II.

Der Schaft ist proximal fast bis zur Mitte kräftig dorsalwärts vorgebogen, dann (bei *B. parvus* schon merklich früher) verläuft er gerade bis zu der sich plantarwärts abbiegenden Gelenkrolle. Er ist stark rechts-links zusammengedrückt, dorsal mit einer stumpfen, meist deutlichen Kante, plantar besonders im mittleren Drittel mit deren zwei, also hoch-dreieckig im Querschnitt. Unter dem proximalen Kopf trägt die dort abgeplattete dorsale Seite einige nicht sehr deutliche Gelenkflächen für das Metatarsale III,

1) Struct. a. Relat. pag. 485.

in dessen mediale Ausbuchtung (Taf. IX [XXV], Fig. 7) es sich ganz hineinschiebt. Eine länglichrunde, in Fig. 8 besonders gut hervortretende Gelenkfläche für das Metatarsale III ist meist genügend deutlich und distal durch einen scharfen, charakteristischen Eindruck begrenzt. Ueber ihr noch eine kürzere, ebenfalls für Metatarsale III. Im übrigen ist die abgeflachte Berührungsfläche rauh, grubig und wulstig im Interesse einer soliden Bandverbindung mit dem Nachbarknochen. Aehnlich teils rauh, teils mit Gelenkflächenspuren ausgestattet ist auch die plantare Seite dieser Region (Fig. 9) auf einer spitzdreieckigen Fläche. Dort lagert sich wohl in der Hauptsache das (hier noch nicht festgestellte) wenigstens bei amerikanischen Formen so eigenartig ausgebildete (Scott, Struct. a. Relat. pag. 485), weit distalwärts vorspringende Cuneiforme I auf. Weiterhin lag dort dem Metatarsale II vermutlich noch ein zu kurzem Rudiment verkümmertes Metatarsale I an, analog dem Verhalten, das Scott von den amerikanischen *Brachyodus*- und *Ancodon*-Formen beschreibt.

Distal nimmt der Knochen kurz vor der Epiphyse an Dicke und vor allem an dorso-plantarer Tiefe wesentlich zu. Die Epiphyse ist keulenförmig aufgetrieben. Ihre Gelenkrolle trägt einen kräftigen medialen Knorren. Auf der lateralen Seite ist sie breit abgeflacht und durch eine geräumige Bandgrube ausgehöhlt. Der Mittelkiel springt nach der plantaren Seite wie ein krummer Schnabel vor (Fig. 10, 11).

Maße der besten, zum großen Teil abgebildeten Stücke:

	B Andrewsi	*Fraasi*	*Gorringei*	*rugulosus*	*parvus*
Länge	158,6	137,8	129,8	103,7	96,4
Proximalende, Hauptdurchmesser	19,6	19,4	16,3	13,2	—
Schaftmitte, quer	14,3	10,4	11,6	8,1	5,9
„ dorso-plantar	19,1	16,8	17,8	12,7	10,9
Distalende, quer	21,8	20,8	22,2	15,4	11,6
„ dorso-plantar	29,5	27,7	22,9	21,5	15,1

Metatarsale III.

Taf. IX [XXV], Fig. 3—8.

Das Material an Stücken des 3. Mittelfußknochens ist nicht ganz so reichlich. Vollständig und gut erhalten, von etwas Verdrückung abgesehen, ist ein Stück von bedeutenden Abmessungen, das zu *B. Andrewsi* gehört und mit dem eben erwähnten Metatarsale II derselben Art zusammenpaßt (s. Taf. IX [XXV], Fig. 3). Dazu kommt ein fast ebenso großes, vollständiges, schön erhaltenes Exemplar sowie ein kleineres, fast vollständiges von *B. Fraasi*, dann ein ungewöhnlich langes Stück und daneben ein vollständiges Proximalende (Münchener Staatssammlung) von *B. Gorringei*.

Die sehr charakteristische Form des Metatarsale III entspricht ganz den Darstellungen des Knochens der schon beschriebenen Verwandten.

Das Proximalende erscheint im ganzen horizontal abgeschnitten. Die Gelenkfläche für das Cuneiforme III ist zwar plantarwärts zunächst etwas eingesenkt, aber der ausgedehnte plantare Fortsatz steigt jenseits mindestens um den Betrag dieser Einsenkung wieder in die Höhe. Dieser Fortsatz ist bei *B. Gorringei* und *Fraasi* (Textabbild. 10) länger und kräftiger, als bei *B. Andrewsi* (Fig. 4); er biegt sich bei jenen auch deutlicher proximalwärts auf. Er trägt auf der lateralen Seite eine Gelenkfläche für den benachbarten Plantarfortsatz des Metatarsale IV, auf der Distalseite der Spitze wenigstens bei *B. Gorringei* eine zweite, die wohl dem herumgreifenden Flügel des Cuboids (s. S. 76 [228]) anliegt. Die Gelenkfläche für das Cuneiforme III ist, entsprechend den oben erwähnten Differenzen in der Form dieses Knochens, bei *B. Andrewsi* viel breiter, als bei den übrigen Formen. Diese proximale Querfläche liegt übrigens schon bei *B. Andrewsi* merklich höher, als die benachbarte Gelenkfläche zwischen Metatarsale IV und Cuboideum. Diese Form steht also in dieser Hinsicht in der Mitte zwischen

Ancodon rostratus(?) bei Scott (Struct. a. Relat. t. 24 f. 9) und dem von Kowalevsky beschriebenen, bei denen vor allem am lateralen Rande das Metatarsale III hoch über das Metatarsale IV aufsteigt (Hyopot. t. 38 f. 1). Bei *B. Gorringei* scheint nach den vorliegenden Stücken diese Höhendifferenz der beiden Gelenke noch größer zu sein, als bei *B. Andrewsi*. An der tiefen medialen Ausbuchtung, in die sich das Kopfende des Metatarsale II hineindrückt, sind für dieses zwei Gelenkflächen deutlich entwickelt. Auf der lateralen Seite springt das Metatarsale III über der bekannten tiefen Grube für den Fortsatz des Metatarsale IV kräftig vor.

Der Schaft ist bei allen Stücken proximal am schmalsten und dort fast ebenso dick (dorso-plantar) wie breit. Bis zur Mitte verliert er indessen, vor allem bei *B. Andrewsi*, mit zunehmender Breite bald an Dicke (s. Maße). Die Mittelregion ist bei den *Bothriogenys* auf der Plantarseite breit rinnenförmig ausgehöhlt zwischen zwei scharfen Kielen. Bei *B. Andrewsi* ist die Mulde flacher und die Kanten breiter gerundet. Bei allen ist die laterale Seite abgeplattet und liegt dem Metatarsale IV gut an.

Das Distalende ist verhältnismäßig flach, da die beiderseits durch tiefe Bandgruben ausgehöhlte Gelenkrolle (Fig. 7) dorso-plantar nur mäßig verdickt ist. Auf der Dorsalseite markiert eine Grube die Mitte des Kanales, der bei Metacarpalien und Metatarsalien gewöhnlich die Gelenkrolle gegen den Schaft abgrenzt.

Maße:

	B. Andrewsi	*Fraasi*	*Gorringei*
Länge	190	166	162,9 mm
Proximalende, dorso-plantar	44,2	—	41,1 „
„ quer	33,1	26,6	25,8 „
Schaftmitte, dorso-plantar	15,7	15,6	16 „
„ quer	29,6	27,2	22,5 „
Distalende, dorso-plantar	27,8	26,4	26,9 „
„ quer	39,7	33,6	31,3 „

Metatarsale IV.

Taf. VIII [XXIV], Fig. 44, 45; Taf. IX [XXV], Fig. 12—15, 18—21, 28—31.

Vom 4. Mittelfußknochen liegen neben vielen Bruchstücken eine Reihe wohlerhaltener Exemplare vor. *B. Andrewsi* ist durch ein recht gut erhaltenes Exemplar eines kleineren Individuums vertreten (Fig. 14, 15). Es ist kürzer als das oben beschriebene Metatarsale III, während es nach dem bisher Bekannten länger sein, wenigstens distal vorspringen müßte (s. vor allem t. 24 f. 9 bei Scott, dem ein in toto erhaltener Hinterfuß von *Ancodon rostratus*[?] vorlag). Auch bei *Sus* springt ja das Metatarsale IV distal weiter vor, als das Metatarsale III. Von *B. Fraasi* sind vollständige Exemplare (Fig. 31), von *B. Gorringei* ein solches (Fig. 12, 13) mit vielen zur Ergänzung dienenden Bruchstücken in meinen Händen. Zwei viel kleinere, sonst *B. Gorringei* ähnelnde Stücke teile ich *B. rugulosus* zu (davon Fig. 18—21). Von *B. parvus* liegt ein vollständiges, fast unverletztes Exemplar von großer Schlankheit vor (Taf. VIII [XXIV], Fig. 44, 45).

Ich kann zur Orientierung über die bekannten Hauptzüge des Proximalendes des Metatarsale IV auf die Abbildungen verweisen. Charakteristisch ist für *B. Andrewsi* wieder, wie beim Metatarsale III, die Breite der Gelenkfläche (hier für das Cuboid) sowie die Kürze des Plantarfortsatzes (Fig. 15). Bei *Bothriogenys* ist er stets vergleichsweise länger. Unter seinem Ende ist stets eine Gelenkfläche für den plantar umfassenden Flügel des Cuboid deutlich zu erkennen. Die mediale Seite des Fortsatzes ist allgemein nicht eingebogen, jedoch mit Höckern, Gruben und Gelenkflächen zur Verbindung mit dem Plantarfortsatz des Metatarsale III ausgestattet (Fig. 12, 18, 28). Die laterale Seiten-

fläche dagegen ist zur Aufnahme des Proximalendes des Metatarsale V tief ausgehöhlt. Dasselbe steht erheblich tiefer, als das Gelenk des Metatarsale IV. Die proximale Gelenkfläche des letzteren, im Hauptteil konkav mit erhabenen Rändern, dacht sich nach dem Metatarsale V zu in einer besonderen Fläche ab, wie die Abbildungen (und Deckblätter) zeigen, entsprechend der Abstufung auf der distalen Gelenkfläche des Cuboideum. Zur seitlichen Verbindung mit dem Metatarsale V dient eine meist wenig deutliche, aber ziemlich ausgedehnte Gelenkfläche am kompakten dorsalen Teile des Metacarpale IV, die an die eben erwähnte Abdachung distal anstößt. Eine zweite, weniger ausgedehnte liegt an dem starken Strebepfeiler, der den Plantarfortsatz stützt.

Der Schaft des Metatarsale IV ist, wie der des Metatarsale III, durch diese starke Abstrebung des Plantarfortsatzes proximal ebenfalls ziemlich dick, verflacht sich aber schneller, zuerst mit deutlich vierkantigem Querschnitt, entsprechend der oben ziemlich engen Stellung der Metatarsalia. Jenseits der Mitte, vor allem auf der lateralen, gegen das Metatarsale V gewendeten Seite, wird er mehr abgerundet.

Das Distalende ist ziemlich massiv, da die Gelenkrolle, ebenfalls beiderseits mit tiefen Bandgruben, dorso-plantar etwas dicker ist, als beim Metatarsale III. Zwei kleinere, aber tiefe Gruben flankieren auf der Plantarseite das aufgebogene Ende des kräftigen Leitkieles der Gelenkrolle. Eine dritte Grube liegt, wie beim Metatarsale III, dorsal in der Mitte des Kanales am Rande der Gelenkrolle (Fig. 31).

Die verschiedenen Metatarsalia IV von *B. Gorringei* sind fast so lang, wie die von *B. Fraasi*, doch merklich schlanker, auch schlanker, als die zu *B. rugulosus* gestellten kleineren Stücke. Besonders zeichnet sich aber das von *B. parvus* (Taf. VIII [XXIV], Fig. 44, 45) durch große Schlankheit aus. Dabei ist der Schaft von kompakter, kräftiger Bauart, die auf große Leistungsfähigkeit schließen läßt. Die proximale Gelenkfläche verschiebt sich auffallend lateralwärts. Der Mittelfuß verjüngte sich also bei dieser Art unter der Fußwurzel erheblich, zumal da auch die seitlichen Metapodien sehr zierlich sind (s. Textabbildung 11 S. 84 [236]).

Maße der besterhaltenen, meistens abgebildeten Stücke:

	B. Andrewsi Taf. IX [XXV], Fig. 14, 15	*Fraasi* Taf. IX [XXV] Fig. 31	*Gorringei*	*rugulosus* Taf. IX [XXV], Fig. 21	*parvus* Taf. VIII [XXIV] Fig. 44, 45
Länge	181,2	179,8	161,9	126,2[1])	139,7 mm
Proximalende, dorso-plantar	45	45,6	—	37,3	— „
„ tibio-fibular (mit Zahn)	37,5	32,6	25,8	27	21,9 „
Schaftmitte, dorso-plantar	17,6	16,4	14,1	12,6	11,1 „
„ quer	28,5	27,9	23,7	19,9	17,2 „
Distalende, dorso-plantar	26,3	27,9	22,6	22,6[1])	20,1 „
„ quer	37,5	35,0	30,1	26,4[1])	23,6 „

Metatarsale V.

Taf. VIII [XXIV], Fig. 42, 43; Taf. IX [XXV], Fig. 21—27, 31.

Vom letzten Metatarsale sind 4 Stücke in meinen Händen, jedes wohl zu einer anderen Art gehörig. Das von *B. Fraasi* und *B. rugulosus* paßt zu den oben beschriebenen Metatarsalia IV der beiden Arten (s. Taf. IX [XXV], Fig. 21 u. 31). Das in der Größe zwischen beiden stehende, daß ich *B. Gorringei* zurechne, ist weniger gut erhalten. Dazu kommt ferner noch ein ungemein schlankes Exemplar von *B. parvus* (Taf. VIII [XXIV] Fig. 42, 43).

1) Ohne die Epiphyse.

Bezeichnend für das Metatarsale V von *Bothriogenys* ist die starke Erweiterung des proximalen Kopfes. Sie steht schräg zur Dorsalfläche des Fußes und füllt die ganze Ausbuchtung des Metatarsale IV bis zur Wurzel des Plantarfortsatzes aus. Diese Endverbreiterung trägt nur in der unmittelbaren Nachbarschaft der großen Gelenkfläche des Metatarsale IV eine ziemlich schmale Gelenkfläche für das Cuboid, die nach außen zu einer Kante aufsteigt. Jenseits dieser Kante folgt auf der sonst narbigen und höckerigen Oberfläche des Knochens zunächst eine Grube mit oft glatten Wänden.

Bei *B. parvus* ist, soweit die Beschädigung sicher erkennen läßt, der proximale Kopf viel geringer entwickelt; seine Gelenkflächen sind viel weniger ausgedehnt, als bei *Bothriogenys*. Der ganze Knochen erscheint im Verhältnis zum Metatarsale IV wesentlich zarter, als bei jenen. Er ist augenscheinlich im Begriff, seine volle Funktionsfähigkeit allmählich zu verlieren.

Der Schaft ist proximal vorgekrümmt, am stärksten bei *B. parvus*, wird aber weiter unten bald gerade. Sein Querschnitt ist proximal stumpf-dreieckig, durch die Abplattung am Metatarsale IV, in der Mitte etwa elliptisch und distal mehr gerundet hoch-viereckig. Bei *B. parvus* fällt auf, daß der Schaft des Metatarsale V viel länger ist, als der des oben beschriebenen Metatarsale II, trotzdem beide Stücke nach Stärke und Erhaltungszustand sehr wahrscheinlich von demselben Fuß stammen. Ein ähnlicher, wenn auch nicht ganz so ausgesprochener Unterschied ist auch bei den entsprechenden Knochen von *B. rugulosus* vorhanden. Danach würde also hier, nicht entsprechend der ulnaren Verkümmerung am Vorderfuß unserer Tiere, der äußere Strahl des 4-zehigen Fußes später funktionslos, als der innere.

Das Distalende biegt sich merklich zurück. An der Gelenkrolle springt der Leitkiel plantar fast noch stärker schnabelartig vor, als beim Metatarsale II (Fig. 26).

Maße:

	B. Fraasi	*Gorringei*	*rugulosus*	*parvus*
Länge	142,9	134,5	111,3	111 mm
Proximalende, größter Durchmesser	30,3	23,6	22,4	13,8 „
„ geringster Durchmesser	18,1	13,5	12,9	7,8 „
Schaftmitte, dorso-plantar	17,9	18	12,5	11,2 „
„ quer	12,7	10,6	8,4	5,9 „
Distalende, dorso-plantar	27	25,8	21,3	14,7 „
„ quer	20,7	19,3	15,7	10,5 „

Der Fuß im ganzen.

In Textabbildung 10 habe ich versucht, den Fuß von *B. Fraasi* zu rekonstruieren, als Gegenstück zu der auf S. 65 [217] abgebildeten Hand. Es lagen dazu vor die auf Taf. VIII [XXIV], Fig. 16 vereinigt abgebildeten 3 Fußwurzelknochen, die Metatarsalia II (Taf. IX [XXV], Fig. 8—11), IV und V (vereinigt Taf. IX [XXV], Fig. 31). Das Metatarsale III ist mit Benutzung des obenerwähnten neuerworbenen, sehr starken linken Exemplares dazu konstruiert. Der Astragalus und das Calcaneum sind von *B. Gorringei*, daher merklich zu klein.

Der Vergleich mit dem bisher aus der Verwandtschaft Bekannten ergibt auch für den Fuß eine starke Annäherung in vielen Zügen an den von Scott[1]) dargestellten rechten Fuß des amerikanischen *Ancodon rostratus*, den einzigen in situ vereinigt gefundenen Fuß der Sippe, der bisher beschrieben wurde. Hieraus darf man wohl rückschließen, daß die von mir vereinigten Knochen — von Astragalus und Calcaneum abgesehen — dem natürlichen Größenverhältnis etwa entsprechen. Daß die proximalen Gelenkflächen von Metatarsale III und Metatarsale IV bei dem amerikanischen Stück genau gleich hoch

1) Structure. t. 24 f. 1.

stehen, während bei unserem Stück sicher das erstere etwas höher gelenkt, ist als Differenz wohl nicht gerade von Belang. Einen noch viel höheren Grad ungleich hoher Eingelenkung repräsentiert der von Kowalevsky [1]) abgebildete Fuß eines französischen *Ancodon*. Im übrigen stimmt seine Rekonstruktion im Tarsus und Metatarsus recht gut mit dem maßgebenden Fundstück Scotts überein. Inkorrekt ist dagegen dann die von Filhol [2]) gegebene Darstellung mit Seitenmetatarsalien, die, unter sich gleich lang, fast den Mittelmetatarsalien an Länge gleichkommen, und mit einem Metatarsale III, das nicht nur proximal, sondern auch distal das Metatarsale IV merklich überragt.

Fig. 10. Rekonstruktion des rechten Tarsus und Metatarsus von *Brachyodus Fraasi* M. S. $^1/_4$ nat. Gr.

Die Textabbildung 11 stellt die Metatarsalien des schlankläufigen *B. parvus* dar. Drei der Knochen liegen vor, der vierte ist in seinem wahrscheinlichen Umriß eingezeichnet. Von den besonderen Eigenschaften dieser Knochen, die sie von den schwerfälliger gebauten *Bothriogenys*-Arten einigermaßen entfernen, war schon die Rede. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß die beiden allem Anschein nach von einem und demselben Fuß stammenden Seitenmetatarsalien besonders deutlich in der Länge differieren. Sie sind auffallend viel schwächer als die ebenfalls schlanken, aber doch kräftigen Mittelmetatarsalien. Sie erscheinen also stärker reduziert, und diese Reduktion steht im Zusammenhange mit der schon hervorgehobenen, stärker an ein flüchtiges Vagieren auf festem Boden, schlankläufigen der offenen Prärie ausgerüsteten Art.

Fig. 11. Rechter Metatarsus von *Brachyodus parvus* Andr. $^1/_4$ nat. Gr.

Fig. 12. Rekonstruktion des rechten Metatarsus von *Brachyodus Fraasi* M. S. $^1/_2$ nat. Gr.

Ausbildung der auch im Gebiß besser für das härtere Futter

Für die Darstellung der proximalen Querfläche der Metatarsalien von *B. Fraasi* in Textabbildung 12 ist ebenfalls durch Bildumkehrung und eine geringe Reduktion das genannte linke Metatarsale III nutzbar gemacht. Die gewaltig tuberose Ausbildung des Proximalendes des Metatarsale V gibt ihr etwas Unsymmetrisches, das aber in den Gelenkflächen allein fast verschwindet. Die starken plantaren Fortsätze passen gut unter die Aushöhlung des Cuboids, von der seinerzeit die Rede war. Bei *B. Gorringei* und *rugulosus* sind die plantaren Fortsätze der Metatarsalia III und IV vergleichsweise noch etwas länger. Das Cuboid macht ihnen durch Abspreizen des distal-plantaren Fortsatzes Platz. Bei *B. Andrewsi* anderseits ist auch die Fußwurzel weniger tief gebaut. Die Plantarfortsätze der Metatarsalien sind — relativ wenigstens — merklich kürzer und beanspruchten so auch auf der Distalseite des bisher noch nicht gefundenen Cuboideum etwas weniger Raum.

Im Schaft der Metatarsalien finden sich ähnliche, auf die Art der Lokomotion deutende Abstufungen, wie bei der Hand. Auf der einen Seite stehen die zierlichen, aber im Material kompakten, porzellanartig dichten Knochen von *B. parvus*. Die *Bothriogenys*-Arten haben weniger schlanke, massivere, aber im Innern schon etwas weniger kompakt gebaute Metatarsalienschäfte. Man findet ihre Röhren hie und

1) Hyop. t. 37 f. 21.
2) Ronzon. t. 20 f. 124.

da eingedrückt. Immerhin sind sie im Knochen vergleichsweise stärker und im Querschnitt runder, als die zur Abplattung neigenden und vergleichsweise schwachen großen Metatarsalien, die nach allem bisher Bekannten zu *B. Andrewsi* zu rechnen sind.

Phalangen.

Taf. IX [XXV], Fig. 32—52.

Von jeder der drei untereinander grundverschiedenen Ordnungen von Phalangen liegt eine ganze Serie vor. Sie zeigen die Größenstufen, die man nach dem Bisherigen erwarten darf. Die überwiegende Mehrzahl gehört jedenfalls zu *B. Fraasi* und *Gorringei*. Kleinere sind zum Teil *B. rugulosus* zuzuweisen, doch sind, wie wir sehen werden, auch die zierlicheren Formen von *B. parvus* vertreten. Anderseits dürften einige besonders große und massiv geformte Exemplare *B. Andrewsi* zuzurechnen sein.

Diesen Unterscheidungen ist freilich nicht allzuviel Wert beizulegen, solange sich nicht gleichzeitig feststellen läßt, ob die Phalangen von der Hand oder dem Fuß stammen, welchem Strahl dieser Organe und welcher Körperseite sie angehören. Diese Bestimmungen sind indes bisher nur sehr unvollkommen geglückt. Wohl lassen sich unter den Phalangen erster und zweiter Ordnung, allenfalls auch unter den Hufphalangen, die der Seitenzehen an ihrem viel stärker unsymmetrischen, auch stark verschmälerten Bau von denen der Mittelzehen unterscheiden. Weitere Bestimmungen stoßen aber auf Schwierigkeiten. Denn es handelt sich durchaus nur um einzelne Knochen. Zusammengehörige Gruppen scheinen nicht vorzuliegen. Zum Vergleich stehen eigentlich nur die von Scott mit Hilfe eines in situ zusammengefundenen vollständigen Fußes aufgestellten Unterscheidungen und Beschreibungen[1]) zur Verfügung. Die Darstellungen von *Ancodon*-Phalangen bei Kowalevsky und Filhol kommen daneben kaum in Betracht.

Nun stehen in verschiedener Beziehung die vorliegenden Phalangenknochen den von Scott dargestellten recht nahe, näher als denen der europäischen *Ancodon*. Trotzdem ließen sich die von Scott betonten Kriterien nur zum Teil wiedererkennen. Der fast kreisförmige Umriß der proximalen Endfläche der Phalangen erster Ordnung ist nach Scott für die Hand charakteristisch. Er findet sich auch in unserem Material bei etwa der Hälfte der Stücke (so den in Fig. 47—48, 49, 50—51 dargestellten 3 Exemplaren). Aber schon das zweite von Scott betonte Moment, daß bei diesen Phalangen erster Ordnung der Hand die distale Gelenkfläche nicht dorsal überlappen soll, trifft bei unserem Material nicht zu. Auch die übrigen an der Stelle angeführten Kennzeichen der proximalen Handphalangen geben keine Möglichkeit einer sicheren Trennung.

Danach ist es aussichtslos, zu versuchen, die Phalangen der mindestens 5 Species, die doch in Betracht kommen, speziell zu deuten. Die spezielle Bestimmung hat auch einstweilen nicht allzuviel allgemeines Interesse. Ich begnüge mich daher damit, von jeder Ordnung auf dem noch zur Verfügung stehenden Raume der letzten Tafel unter ziemlich allgemeinen Bezeichnungen einige Beispiele abzubilden, um von den Formverhältnissen einen Begriff zu geben.

Das vorliegende Material gestattet aber trotzdem gewisse allgemeinere Vergleiche mit dem schon Bekannten, die mehr interessieren könnten.

Von den mittleren Phalangen erster Ordnung sind die größten und schwersten *(B. Andrewsi)* auch vergleichsweise kurz, im Verhältnis denen von *Ancodon rostratus(?)* bei Scott (l. c. t. 24 f. 9)

1) Struct. a. Relat. pag. 480, 487—488. t. 24.

ziemlich ähnlich. Die übrigen erreichen im Durchschnitt die Schlankheit der bei europäischen *Ancodon*[1]). Ein kleines Stück in der Münchener Staatssammlung übertrifft sie sogar nicht unwesentlich. Es gehört augenscheinlich dem schlankläufigen *B. parvus* an, zu dem seine Größe auch durchaus stimmen würde.

Die Phalangen erster Ordnung der Seitenzehen waren bei allen fast von derselben Länge, wie die der Mittelzehen, also ganz wie bei Scotts *B. rostratus* und in scharfem Gegensatz zu den Darstellungen von *Ancodon* bei Kowalevsky und Filhol. Die Figuren 44—46 und 50—51, die beide zu starken Exemplaren von *B. Fraasi* gehören müssen, stehen etwa in dem unter den ägyptischen *Brachyodus* herrschenden Größenverhältnis.

Die letzte Abbildung der Taf. IX [XXV], Fig. 52, stellt eine Seitenphalange von besonderer Schlankheit dar, die ebenfalls auch in der Größe gut zu *B. parvus* passen würde.

Die Phalangen zweiter Ordnung zeichnen sich durch besondere Kürze und Gedrungenheit aus. Sie erinnern fast an die von *Anthracotherium*, mehr noch an die von *Diplobune*. Am nächsten unter den engeren Verwandten stehen sie wieder *Ancodon rostratus*. Die entsprechenden Knochen der europäischen *Ancodon* sind sehr viel schlanker. Sie zeigen auch, den Abbildungen nach, nicht entfernt die starke Asymmetrie unserer Stücke, die wie eine knorrige Verwachsung nach einer Verletzung erscheint[2]). [Es ist nicht ohne Interesse, daß auch die von Roman erwähnten Phalangen zweiter Ordnung von *B. onoideus*[3]) ziemlich schlanke Form besitzen, ähnlich denen von *Ancodon*.] Unter sich sind sie nicht ganz gleichartig. Die von *B. Andrewsi*, also einer mehr abseits stehenden Art, sind vergleichsweise länglicher. Immerhin stehen die ägyptischen Formen hier den übrigen als ein besonderer, wohl altertümlicher Typus gegenüber. Es deutet das wieder darauf hin, daß sie eine genetische Gruppe bilden und unter sich enger verwandt sind, als mit dieser oder jener anderen Art, mit der sie sonst, z. B. im Gebiß, Aehnlichkeiten, d. h. dieselbe Stufe der Ausbildung besitzen.

Es verdient dann noch erwähnt zu werden, daß die proximale Gelenkfläche bei einigen der mittleren Phalangen zweiter Ordnung fast kreisförmig, bei anderen mehr breit-nierenförmig ist. Vielleicht besteht auch bei ihnen der von Scott für die Phalangen erster Ordnung von Hand und Fuß festgestellte Unterschied. Bei allen ist die proximale Gelenkfläche durch eine senkrecht, d. h. dorso-ventral gerichtete stumpfe Kante in zwei ziemlich gleiche Hälften geteilt.

Die Phalangen zweiter Ordnung der Seitenzehen sind schmäler gebaut, als die der Mittelzehen. Sie sind außerdem leicht daran zu erkennen, daß die proximale Gelenkfläche durch einen ziemlich schief stehenden Grat halbiert wird. Im übrigen gleichen sie den entsprechenden Phalangen der Mittelzehen viel mehr, als in der ersten Ordnung.

Von den Phalangen dritter Ordnung, den Huf- resp. Krallenphalangen, liegt vergleichsweise wenig Material vor. Ihre Entwicklung ist ziemlich verschiedenartig. Von den 9 Exemplaren sind kaum 2 nach demselben Typus gebaut.

Ganz abseits steht ein großes, breit und flach entwickeltes, auf der Dorsalfläche nur vorn ziemlich breit und rundlich gekieltes Stück, das sicher *B. Andrewsi* zugehört. Die übrigen sind sämtlich mehr oder weniger scharf gekielt, stärker als bei *Ancodon* nach den Zeichnungen, und zum Teil fast über die ganze Dorsalfläche. Je schärfer der Kiel vorspringt, um so schärfer ist dann auch die Spitze,

1) Kowalevsky, Hyop. t. 37 f. 20, 21; Filhol, Ronzon. t. 20 f. 124.

2) Diese knorrige Verzerrung tritt in den Photographien (Fig. 39—43) nicht mit genügender Deutlichkeit hervor. Ich habe sie daher in dem Deckblatt noch etwas markiert.

3) Néog. Cont. pag. 49, Textabbild. 6, unten.

in die diese Hufphalangen auslaufen. Bei den mittelgroßen Stücken (z. B. Fig. 33, 35, 36), die vor allem zu *B. Gorringei* gehören werden, ist die Kielbildung am stärksten ausgesprochen; ähnlich bei den kleineren und relativ kürzeren von *B. rugulosus*.

Diejenigen Endphalangen, bei denen der Kiel vor allem proximal, besonders stark seitlich, d. h. zur Achse des Fußes hin, verschoben ist, wie bei Fig. 34 und 35, dürften Seitenzehen zugehören. Zwei kleinere, schmale, vorn aber mehr rundlich zugeschnittene Exemplare (so Fig. 34) erinnern am meisten an die Form der Hufphalangen von *Ancodon rostratus* bei Scott; sie dürften zu *B. parvus* gehören.

III. Zusammenfassende Bemerkungen.

Nach der langen Reihe der Einzelbeschreibungen, die den eigentlichen Zweck der vorliegenden Arbeit bilden, sei am Schluß der Versuch gestattet, die dort gewonnenen Resultate noch einmal unter sich und mit dem über einige nahe Anverwandte Bekannten vergleichend zusammenzustellen. Wir dürfen hoffen, auf diesem Wege wenigstens einigen Aufschluß über die noch ziemlich dunklen wirklichen Verwandtschaftsverhältnisse, die in der Gruppe herrschen, zu erhalten. Daneben fallen Streiflichter auf biologische Zusammenhänge, auf die Wege, auf denen sich die Entwicklung der Formen vollzog, die Gründe, weshalb sie vermutlich so verlief, und die letzten Konsequenzen, zu denen sie führte.

Im Vordergrunde des Interesses steht naturgemäß die Entwicklung des **Gebisses**, die ja für die taxonomische Gruppierung, wie in so vielen unvollkommen bekannten Säugetiergruppen, bei unseren Formen und ihren nichtägyptischen Verwandten einstweilen allein maßgebend ist.

Obere Molaren.

Eine besondere Rolle spielen, wie gewöhnlich, auch hier die oberen Molaren. Bei aller Gleichförmigkeit des Grundplanes ist ihre Ausbildung im einzelnen recht verschiedenartig. Immerhin liegt bei unseren Formen und ihren nächsten Verwandten[1]) ein ausgeprägt fünfhügeliger Typus zugrunde, mit drei Spitzen in der vorderen, zweien in der Hinterhälfte, also die unter den primitiven Paarhufern des älteren Tertiär so vielfach vorkommende Entwicklung. In der Gattung *Brachyodus* ist, wie der Name sagt, dieser Zahn sehr brachyodont verblieben, ebenso bei *Bunobrachyodus*. Aber auch die „hypsoselenodonten" Zähne von *Ancodon* verharren ja im ganzen in durchaus brachyodontem Zustande. Nur jeder Hügel erhebt sich zu einer hohen Pyramide.

Die Formen mit niedrigen Hügeln, die an den kompakten Zahnbau von *Anthracotherium* erinnern, unter unseren ägyptischen also vor allem *Brachyodus (Bothriogenys) rugulosus*, repräsentieren jedenfalls ein primitives Verhalten. Aehnliche Höhe haben die Hügel bei den übrigen *Bothriogenys*-Arten, *B. Gorringei* und *Fraasi*. Ihnen entspricht ungefähr Depérets *Bunobrachyodus Cluai*. Höher erheben sich dann die Spitzen bei den oligocänen Vertretern von Depérets Stammlinie, vor allem *B. borbonicus*. Ihnen entsprechen im Fajum etwa *B. Andrewsi*, soviel man aus dem geringen Material entnehmen kann, und *B. parvus*. Letzterer übertrifft zwar *B. Gorringei* merklich in der Höhe seiner Hügelspitzen, ist aber doch von dem extremen Verhalten von *Ancodon* noch weit entfernt, so daß er, zunächst in dieser Hinsicht, unbedingt bei *Brachyodus* belassen werden muß.

Man geht wohl nicht fehl, wenn man diese Steigerung der Höhe der Hügel unter den An-

1) Nur gelegentlich werden andere Gruppen der Paarhufer zum Vergleich herangezogen.

gehörigen des Kreises mit dem Vorgange vergleicht, der in anderen Gruppen der Paarhufer zur Ausbildung echter hypselodonter, schließlich prismatischer und wenigstens zeitweise wurzelloser Zähne führt.

Es handelt sich dabei um einen paläobiologischen Entwicklungsprozeß, dessen Ursache seit langem bekannt ist. Schon Kowalevsky[1]) erkannte die Veranlassung zu den durchgreifenden Veränderungen, die sich vor allem gegen die Mitte der Tertiärzeit in der Paarhuferbezahnung vollzogen. Es war eine damals mehr und mehr um sich greifende Veränderung im Charakter der Pflanzendecke, die auch den Paläobotanikern jener Zeit nicht entgangen war. Unter dem Einfluß von geologischen Vorgängen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, gelangte Gras- und Prärievegetation zu einer bedeutenden, vorher unbekannten Entwicklung. Der Charakter der Nahrung der großen Pflanzenfresser wurde dadurch von Grund aus verschoben. Vorher bestand das Futter aus dem Laub und den jungen Sprossen der Waldgewächse und nicht zum wenigsten wohl aus der üppigen, saftreichen Pflanzenwelt der See- und Flußufer und der Sumpfgegenden. Hier genügte das zum Abbeißen und Zerquetschen eingerichtete Gebiß der Omnivoren, das sich von dem der meisten Fleischfresser vor allem nur in den zu breiten Mahlsteinen umgewandelten Molaren unterscheidet. Die Grasvegetation bot ein viel feineres und zugleich doch härteres Futter, dessen Zerkleinerung an die Molaren ganz andere Anforderungen stellte, vor allem sie auch viel stärker abnutzte, zumal bei dem Abweiden der Bodenpflanzen vielfach Sand und erdige Bestandteile mitaufgenommen wurden.

Die Molaren der modernen Wiederkäuer mit ihren längsverlaufenden, harten Schmelzleisten, zwischen denen das weichere Dentin im angekauten Zustande flache Gräben und Gruben bilden, stellen ein hervorragendes Werkzeug zur Bearbeitung des Grasfutters dar. Seine gründliche Wirkung wird dann noch durch den Prozeß des Wiederkäuens außerordentlich erhöht. Eine Hauptrolle spielt dabei bekanntlich die Richtung der Kaubewegung. Schon eine flüchtige Betrachtung des Wiederkäuergebisses zeigt auf das deutlichste, daß die neue Ausrüstung der Grasfresser eine quergerichtete, schleifende Bewegung des Unterkiefers verlangt, an Stelle der im allgemeinen senkrechten, sogenannten orthalen der Omnivoren.

Man kann die allmähliche Entwicklung der modernen Wiederkäuermolaren in der ausgestorbenen Tierwelt verfolgen. Aus einem primitiven, meist deutlich fünfhöckerigen, sehr brachyodonten Zahn sind auch sie hervorgegangen.

Nur wenige von den zahlreichen Paarhufern der älteren und mittleren Tertiärzeit haben freilich den Weg zur günstigen Lösung des für ihre Erhaltung so wichtigen Problems gefunden. Nach der herrschenden Ansicht ist die gewaltige Mehrzahl der heutigen Wiederkäuer, die beiden großen Familien der *Cervicornia* und *Cavicornia*, auf die kleine Gruppe der *Gelocinae* des europäischen Oligocän zurückzuführen. Einige andere tertiäre Familien sind mit ihnen bis auf die Jetztzeit erhalten geblieben, ohne auch nur annähernd ebenso zu prosperieren. Man hat sich seit Kowalevsky gewöhnt, die erfolgreiche Art der Umwandlung des Gebisses dieses Zweiges der Paarhufer, vor allem der Molaren, als adaptiv zu bezeichnen.

Von der großen Mehrzahl der oligocänen Paarhuferstämme ist nichts bis auf die Gegenwart gekommen. Und doch haben auch sie ebenfalls Versuche gemacht, sich mit dem Wechsel der Dinge abzufinden. Nur führte der Weg, den sie einschlugen, wie sich manchmal deutlich verfolgen läßt, in eine Sackgasse, um mit Osborn[2]) zu reden. Die Umwandlungen, die das Gebiß auch bei ihnen unter

1) Anthrac. pag. 124.
2) Causes. pag. 848.

dem Drucke der Verhältnisse erlitt, waren einer ausreichenden Weiterentwicklung nicht fähig, in-adaptiv[1]).

Den Ausdruck „développement inadaptif" hat vor allem auch M. Pavlow[2]) angewendet für die zum Aussterben führende Ausbildung des Protoconulus bei denjenigen primitiven Paarhuferformen, die auch in der Reduktion ihrer Fußanlagen nach Kowalevsky inadaptiv verfuhren.

Bei aller Anerkennung der hohen Verdienste M. Pavlows um die Erforschung der Paarhufer möchte ich den Begriff der inadaptiven oder fehlschlagenden Entwicklung nicht auf dieses sich steigernde Hervortreten des fünften Hügels beschränken und festlegen. Vielleicht ist auch dieser Vorgang nur ein Symptom, und der Kern der Frage liegt tiefer. In diesem Sinne kommen wir nachher auf die Fünfhügeligkeit kurz zurück, ohne im übrigen uns auf eine Aufrollung der sich an sie knüpfenden Fragen und Folgerungen weiter einzulassen.

Unter den Unpaarhufern hat ja Osborn bei den *Titanotheriidae* schon auf eine in einer „Sackgasse" endende und zum Aussterben führende Zahnentwicklung hingewiesen. Wir werden aber auch bei den Paarhufern, mit denen wir uns beschäftigen, einen mit der Fünfhügeligkeit gar nicht zusammenhängenden Entwicklungsprozeß des Gebisses verfolgen, der ganz entschieden inadaptiv verläuft. Damit sind aber die Fälle inadaptiver Umbildung der Zähne, die infolge der Einführung des Grasregimes unter den Pflanzenfressern sich abgespielt haben, vermutlich nicht erschöpft, vor allem wenn man neben den handgreiflichen Beispielen auch den mehr versteckten auf die Spur kommt.

Der Zug, der unsere oligocänen und noch jüngeren *Brachyodus*-Formen in ihrer Umgebung unmodern erscheinen läßt, ist nun der gleich am Anfange dieses Kapitels hervorgehobene Grad und die primitive Art der Brachyodontie, von der sie ihren Namen haben. Sie verknüpft sie mit den eocänen primitiven Paarhuferstämmen, trotzdem unter diesen ihre direkten Ahnen noch nicht gefunden wurden, in besonders enger Weise. Viele andere unter den gleichaltrigen, oligocänen Paarhufergattungen sind ebenfalls brachyodont, und auch von den modernen Wiederkäuern sind ganze Gruppen als brachyodont zu bezeichnen. Aber die primitive Form, in der die Hügel auf einem sehr niedrigen Sockel ganz oder fast ganz selbständig aufsitzen, findet sich vor allem bei den Anthracotheriiden und Anoplotheriiden. Bei den moderneren Formen wird sie aufgegeben. Die Hügel erheben sich bei ihnen, in zweckmäßiger Weise verbunden, in ausgesprochener Halbmondform. Die Schmelzleisten und weicheren Füllungen erhalten bei den bestentwickelten die schon oben berührte, für den transversalen Kauprozeß und die starke Abnutzung gleich zweckmäßige Anordnung, selbst ohne eigentliche Hypselodontie, die dann zur Vervollkommnung noch hinzutreten kann.

Unsere Formen halten also demgegenüber die primitive Art der Brachyodontie eigensinnig fest. Daraus erklären sich die übrigen Züge ihrer Entwicklung sowie auch ihr endgültiges Fehlschlagen bei den terminalen Formen.

Die 3 *Bothriogenys*-Arten, um mit diesen zu beginnen, gehören in keiner Weise zu den terminalen Typen. Ihr Habitus ist ziemlich primitiv. Die kleinste der 3 Arten, *B. rugulosus*, steht sogar in dem einfachen Zuschnitt der Hügel so ziemlich auf dem Niveau der primitiven eocänen „Hyopotamiden" Stehlins. Die oberen Molaren von *B. Gorringei* erheben sich vor allem in den Außenhügeln schon höher. Dazu kommen etwas flügelartig angesetzte Schneiden auf den Kanten der Hügel, vor

1) O. Abel (Paläobiologie. pag. 644) möchte den Ausdruck inadaptiv, da ja tatsächlich eine Anpassung stattfindet, aber „keine gute und weiterbildungsfähige", durch die Bezeichnung „fehlgeschlagen" für diese Form der Anpassung ersetzen.

2) Ongulés. VII. pag. 302 ff.

allem aber neigen sich deren bei *B. rugulosus* ungewöhnlich steil stehende Außenhänge hier stark nach innen, wodurch die Halbmondform der Außenhügel viel stärker hervortritt. Die Zähne von *B. Fraasi* sind in den angedeuteten Richtungen, vor allem der Schiefe der Außenhänge, noch erheblich weiter fortgeschritten.

Die mir vorliegenden vollständigen Molarenserien dieser größten der 3 Arten zeigen nun unverkennbare Spuren transversaler Kaubewegung. Schon die Usurflächen der Molaren unterscheiden sich wesentlich von denen der orthal kauenden *Anthracotherium*, denen sie im Grundplan so nahestehen. Sie legen durch die Quertäler begleitende Schlifflächen deutlich Zeugnis ab von der quergerichteten Schleifbewegung der Unterkiefer. Vollends die Prämolaren. In dem stark abgenutzten Gebiß des Stuttgarter Schädels (S. 21 [175]) ist die ursprünglich längsgerichtet blattförmige Ausbreitung der Krone, wie sie Taf. III [XIX], Fig. 2 darstellt, bei allen 4 Prämolaren beider Seiten vor allem hinten völlig abgetragen und eine spitze Pyramide mit messerscharfen Kanten der queren Anschliffe stehengeblieben. Orthale Mastikation hätte diesen eigenartigen Effekt niemals hervorbringen können. Dann ist es aber jedenfalls erlaubt, die bei der größten Art am auffallendsten auftretenden Umbildungen der Molaren mit der Art und dem Grade der neuen Inanspruchnahme in Verbindung zu setzen.

Vielleicht ist dann auch das Festhalten und die starke Ausbildung der Fünfhügeligkeit, um hier das von M. Pavlow als inadaptive Entwicklung κατ' ἐξοχήν hingestellte Verhalten wenigstens zu streifen, von diesem Gesichtspunkte aus zu verstehen. Es war wohl der einzige Weg, wie durch eine in der Anlage vorgezeichnete Materialvermehrung allein, ohne weitere Umbildungen, einer gesteigerten Inanspruchnahme entsprochen werden konnte. Dieser Prozeß wäre demnach, wenn die Erklärung keine Täuschung ist, die erste und in großer Verbreitung auftretende Reaktion des primitiven Paarhufergebisses auf die neuen Anregungen.

Die bei unseren *Bothriogenys*-Arten auftretenden Veränderungen zeigen ihre Ursache, man könnte beinahe sagen, ihren Zweck, deutlicher. Zum Teil handelt es sich dabei aber nicht um so tiefgreifende Vermehrungen des Zahnmaterials, sondern um geringfügige, aber durchaus praktische Aptierungen des schon vorhandenen. Dahin gehört das selbständige, fast wie eine dekorative Zutat anmutende Hervortreten der längsverlaufenden Kanten auf den Hügeln und, um das hier noch hinzuzufügen, ihre Verbindungen in der Tiefe des Quertales des Zahnes. Sie waren zweifellos bei querer Kaubewegung von wesentlichem Nutzen. Freilich machen sie mehr den Eindruck eines Notbehelfes zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit, da sie nicht lange vorhielten.

Wesentlich durabler und darum im ganzen wichtiger und wertvoller ist die Neigung der Hügel, vor allem der Außenhügel nach innen. Sie beeinflußt sehr auffallend das ganze Bild des Zahnes. Vor allem wird die Form der Halbmonde viel ausgesprochener und tiefer. Der Vorgang bringt zunächst die Kanten der Hügel in eine zur Bewegungsrichtung der Kiefer schräge Stellung, später die entstehenden Anschnitte der Schmelzplatten. Diese entstehen im Antagonismus mit den Zähnen des Unterkiefers, passen daher mit diesen haarscharf zusammen und arbeiten so präzis, wie es die feinen, harten Grashalme erfordern. Natürlich werden sie um so stärker in Anspruch genommen, je genauer sie zusammenarbeiten. Darum ist die schräge Stellung, die sie erwerben, so wertvoll, da sie die Angriffsfläche stark vergrößert und die Abtragung des ganzen Zahnes hinausschiebt. Die Tiere bleiben trotz gesteigerter Inanspruchnahme ihres Gebisses einigermaßen langlebig. Osborn hat den Einfluß dieses Faktors auf die Erhaltung der Art an der oben zitierten Stelle gebührend hervorgehoben.

Stark abgekaute Zähne zeigen ferner, daß auch das bei unseren Formen so auffallend kräftig,

wie in den Beschreibungen gesagt wurde, förmlich üppig ausgebildete Cingulum, vor allem seine an den Säulen der Außenwand kappenartig übergreifenden Vorsprünge, sich schließlich an der Lieferung aktiver Schmelzleisten in der Kaufläche wie eine Art Materialreserve mitbeteiligt. So ist auch dieser Zug in der Ausbildung der Molaren vielleicht mit in den Kreis der durch den Druck der neuen Verhältnisse veranlaßten Anlagen resp. Aptierungen hineinzuziehen.

Das wichtigste Moment von allen bleibt freilich die Erhöhung der Hügel, von der wir oben ausgingen. Eine Erhöhung der Zahnkronen ganz allgemein erscheint jedenfalls als die nächstliegende Form der Umbildung primitiv brachyodonter Molaren. Sie spielt demgemäß bei den sich adaptiv entwickelnden Stämmen eine wesentliche Rolle und wirkt in ihrem hypselodonten Extrem noch heute weiter.

Bei unseren Formen und ihren nächsten Verwandten ist die Art der Erhöhung ihrer Kronen, die wir im Eingang des Kapitels Revue passieren ließen, mit ihrem zähen Festhalten an der primitiven Art der Brachyodontie jedenfalls auch als eine dem „besoin", man kann mit Steinmann übersetzen der „Not" nachgebende Entwicklung aufzufassen, aber diese Entwicklung verläuft durchaus inadaptiv. Wohin der Weg führt, sehen wir leicht, wenn wir die letzten Formen der Reihe, die in Europa und Amerika im Oligocän verbreiteten *Ancodon* näher betrachten.

Bei *Ancodon* werden die Hügel, bei den unteren Molaren übrigens noch mehr, als bei den oberen, geradezu turmförmig. Ihre Spitzen greifen tief in ihre Antagonisten ein. Bei omnivorer Ernährung mit orthaler Mastikation würde diese Ausbildungsweise wie eine Spielerei erscheinen. Stark bekaute Zähne zeigen aber auch hier durch die Form der Usuren deutlich, daß die Tiere quer kauten. Das verrät auch schon der frische Zahn, bei dem nicht nur für die hohen Spitzen des Antagonisten Platz gemacht ist, sondern auch für eine ausgiebige Querbewegung derselben. Es zeigen sich in der Zahnkrone enorme Quertäler, die vor allem bei den oberen Molaren auffallen. Sie schneiden selbst tiefer, als rings außen die Schmelzbedeckung am Cingulum unten beginnt. Die ganze Einheitlichkeit der Zahnkrone wird dadurch gefährdet. Auch die unteren Molaren sehen aus, als ob sie in ihre Abschnitte zerfallen wollten.

Mit dieser extremen Art der Entwicklung scheint allerdings ein Vorteil verbunden zu sein: er hat eine sehr starke Ausbildung der Selenodontie zur Folge. Die Halbmonde, vor allem die äußeren, werden sehr eng zusammengebogen, schärfer als bei modernen Ruminantiern. Die Zähne würden damit nach dem oben Gesagten langlebiger. Aber gerade der Vergleich mit den jetzigen Wiederkäuern zeigt deutlich, daß die *Ancodon* hier in ein Extrem verfallen, das über das Ziel hinausschießt. Nicht im äußersten Grad der Selenodontie liegt die zweckmäßigste Ausrüstung für den Prozeß des queren Kauens, sondern in ihrem Mittelmaß. Bei *Ancodon* kommt zu wenig vom Schmelzbelag in Aktion. In diesem Ueberschreiten des nützlichen Maßes liegt auch ein inadaptives Moment.

Eine weitere Folgeerscheinung des letzteren Entwicklungsvorganges trägt den Stempel einer fehlschlagenden Sonderentwicklung besonders deutlich. Sie betrifft die Säulen der Außenwand.

Eine eigentliche Außenwand, wie sie in der Ausbildung des Wiederkäuerzahnes eine so wichtige Rolle spielt, fehlt ja allerdings in der *Brachyodus*-Gruppe. Aber die Außenhalbmonde vereinigen sich doch mit dem Basalband, vor allem seinen kappenartigen Vorsprüngen, die hier die Außensäulen bilden (oder, wenn man will, wenigstens vertreten), zu einer Art von ungleichmäßigem äußeren Abschluß. Die Kappenbildungen der Ecken stellen aber der seitlichen Exkursion der Untermolaren ein sehr kompaktes Hindernis entgegen. Der Molar von *Ancodon* zeigt auf den ersten Blick, wie wesentlich dieses Hindernis gewesen ist und wie es allein überwunden werden konnte, nämlich durch eine ungemeine

Entwicklung des oben als Zölostylie bezeichneten Verhaltens (s. die untenstehende Textabbildung 13, die noch nicht einmal den äußersten vorkommenden Grad dieser Ausbildung vorführt). Das Mesostyl macht der seitlichen Exkursion des Außenhalbmondes der unteren Molaren Platz, indem es sich innen öffnet und ganz bedeutend schlingenartig ausweitet. Bei den *Ancodon* der alten und neuen Welt baut sich so das Mesostyl wie der runde Turm einer Verschanzung gewaltig nach außen vor und nimmt oft die Hälfte der Außenwand für seine Vorwölbung in Anspruch.

Fig. 13. Letzter oberer Molar von *Ancodon borinus* Owen von Hempstead. Nach Lydekker. $^1/_3$ nat. Gr.

Parastyl und Metastyl machen, wie die Abbildung zeigt, eine ganz analoge Entwicklung durch. Auch sie höhlen sich, vor allem das Metastyl, ebenfalls tief schlingen- oder halbschlingenförmig aus, und zwar auf der dem Nachbarzahn zugewendeten Seite, um dem im Zwischenraum zwischen den Hügeln zweier benachbarter Zähne arbeitenden unteren Hügel auszuweichen. Diese Sonderentwicklung von Parastyl und Metastyl entfällt füglich mit unter den Begriff der Zölostylie.

Es ist wohl ohne weiteres klar, daß diese Form der selbständigen Entwicklung der Hügel, mit der enormen Ausbildung der Quertäler und der Zölostylie im Gefolge, eines weiteren Fortschreitens durchaus nicht mehr fähig war. Wir haben eine Sackgasse der Entwicklung vor uns, die mit der Fünfhügeligkeit gar keinen Zusammenhang besitzt und deren Entstehung außerdem auf der Hand liegt.

Man kann nun diese Entstehung im Kreise der Großgattung *Brachyodus* auf Schritt und Tritt verfolgen.

Bei sämtlichen ägyptischen Arten sind die oberen Molaren, wie schon oben betont wurde, durchaus ptychostyl. Ihr Verhalten lehnt sich unmittelbar an die extreme Ptychostylie bei *Anthracotherium* an, die wir nebenstehend (Textabbildung 14) durch eine Zeichnung erläutern. Dort läuft von der Mesostylecke zunächst ein breit-dachförmiger Grat nach innen, um sich dann in die Kanten der beiden Außenhalbmonde zu teilen [1]). Ein kleines Stück eines solchen Firstes haben wir ja oben wenigstens bei den Zähnen von *Bothriogenys* nachweisen können. Bei diesen macht nur der oben (S. 8 [160]) besprochene, fast fertige Zahnkeim eines M^3 von *B. Fraasi* (Taf. II [XVIII], Fig. 7) mit mäßig schlingenförmig geöffnetem, aber nicht vorquellendem Mesostyl eine Ausnahme. Er zeigt wohl nur ein der endgültigen Ausbildung der Molaren auch sonst vorausgehendes Stadium, das mit eigentlicher, wenn man so sagen darf, funktioneller Zölostylie nicht zu verwechseln ist. Der dann auch bei einem fast fertigen Molaren von *B. parvus* noch einmal beobachtete Zustand gibt aber einen gewissen Maßstab und eine Erklärung für die Leichtigkeit, mit der im Bedarfsfalle sich die Entwicklung der Zölostylie vollzog.

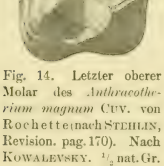


Fig. 14. Letzter oberer Molar des *Anthracotherium magnum* Cuv. von Rochette (nach Stehlin, Revision. pag. 170). Nach Kowalevsky. $^1/_2$ nat. Gr.

Das Verhalten von Parastyl und Metastyl ist bei den ptychostylen Zähnen gerade umgekehrt, wie im zölostylen Falle. Sie biegen sich beide, vor allem das erstere, kräftig nach der dem Mesostyl zugewandten Seite auf, so daß sie auf dieser Seite ausgehöhlt erscheinen, vor allem, wenn sich das Cingulum in den Säulenbildungen stark kappenartig entwickelt.

1) Man vergleiche auch die Abbildungen bei H. v. Meyer (Anthrac.), Filhol (Quercy. II. t. 8) und Teller (Neue Anthr. t. 11) sowie die von Osborn und Wortmann von gewissen amerikanischen Formen (Foss. Mammals). Bei stark angekauten Molaren löst sich auch in dieser am stärksten bunodonten Anthracotheriidengruppe der dachförmige First der Mesostylecke in zwei parallele Schmelzkanten auf, die ungefähr ein zölostyles Verhalten vortäuschen.

Auch *B. Andrewsi* und *parvus* haben nach dem bisherigen Material den rein ptychostylen Standpunkt nicht verlassen. Die ägyptischen Formen stehen also in diesem Punkte ihrer Entwicklung auf einem recht primitiven Niveau.

Es ist nun sehr interessant, diesen auffallenden Charakterzug auch bei den übrigen *Brachyodus*-Arten Europas zu verfolgen. Es zeigen sich alle Uebergänge von normaler Ptychostylie zur extremen Zölostyie von *Ancodon*. Erstere findet sich in voller Deutlichkeit bei *B. onoideus*. Die Usuren der Zähne machen sogar den Eindruck, als ob diese große, weitverbreitete Art des Miocän gar nicht oder nur sehr unvollkommen transversal gekaut habe. Ganz anders verhält sich schon der kleine *Bunobrachyodus Chuai* aus dem spanischen Oligocän. Die mir dank der Freundlichkeit des Herrn Prof. Depéret vorliegenden Gipsabgüsse des reichen Gebißmaterials zeigen deutlich einen schon ziemlich ausgesprochenen Grad von Zölostylie. Sie haben vor allem im höheren Alter [2]) ziemlich tief und gleichmäßig ausgebildete Quertäler. Noch weiter fortgeschritten ist *B. borbonicus*, dessen Original [3]) mir im Abguß vorliegt. Auch ein kürzlich in das Stuttgarter Naturalienkabinett gelangtes Oberkieferstück von dem klassischen Fundort der Art, St. Henri bei Marseille, besitzt recht breit vorspringende, deutlich ausgehöhlte Mesostyle. Bei seinem kleineren Vorläufer und wahrscheinlichen Ahnen, *B. porcinus* [4]), tritt die Eigenschaft weniger hervor.

Dieses Verhalten der europäischen *Brachyodus*-Arten ist stammesgeschichtlich nicht ohne Interesse. Nach Depéret gehören wenigstens *B. porcinus*, *borbonicus* und *onoideus* in einer direkten Deszendenzreihe zusammen, von der oben (S. 5 [157]) schon einmal die Rede war. Unmöglich kann man aber in der Entwicklung von für die Systematik so wichtigen Organen, wie es gerade die oberen Molaren sind, ein solches Hin- und Herschwanken annehmen, wie es in diesem Falle statthätte. Das würde ganz dem Dolloschen Gesetz zuwiderlaufen [5]). Eine Form, die sich auf dem Wege der Aushöhlung der Mesostyle so weit engagiert hat, wie *B. borbonicus*, kann nicht die Stammform einer deutlich ptychostyl verbliebenen sein. Depérets Deszendenzlinie der *Brachyodus* hält also auch an dieser Stelle der Kritik nicht stand. Die Natur ist eben außerordentlich viel reicher, als unser dürftiges Material. In verschiedenen Ländern, vielleicht Kontinenten, haben sich in der ganzen Gruppe mehrere Stämme in ähnlichen Größenabstufungen, aber sonst nicht im gleichen Tempo der Modernisierung — der Begriff ist cum grano salis zu verstehen — entwickelt. Es folgte ein Austausch durch Wanderungen, die wir wohl niemals ganz entwirren werden. In einem Teilbezirk, in unserem Falle in Frankreich, fand man dann in den aufeinander folgenden Schichten die Reste, die uns im Ansteigen ihrer Körpermaße eine „évolution sur place“ vortäuschen. Ich bemerke beiläufig, daß es ja dann auch nicht mehr überraschen kann, daß *B. borbonicus* von dem so auffallenden dritten Hügel des P^4 von *B. onoideus* noch gar keine Andeutung erkennen läßt.

Von den durch Lydekker aus den Siwalik-Schichten beschriebenen [6]) „*Hyopotamus*“-Arten liegen ebenfalls Abbildungen von oberen Molaren vor. Ich gehe auf die noch recht spärlichen Reste hier nicht weiter ein. Aber es ist doch von Interesse, daß sie ziemlich deutlich ptychostyle Formen zeigen in einer Zeit, in der von zölostyl entwickelten, soviel man weiß, nichts mehr vorkommt.

1) Depéret, Eggenburg. t. 1 f. 5, 6; Mayet, Etude. Textabbild. 60. t. 5. f. 26.
2) S. Depéret, Tarrega. t. 3 f. 1.
3) Gervais, Z. et P. franç. t. 31 f. 9.
4) Gervais, l. c. t. 31 f. 8; Depéret, Pyrimont. pag. 45 fig. 3.
5) S. z. B. O. Abel, Paläobiologie. pag. 614 ff.
6) Siwalik. pag. 17—23. t. 23 f. 3, 4, 6, 7, 9; t. 24 f. 3, 4; t. 25 f. 2.

Man darf nun annehmen, daß auch bei anderen der inadaptiv auf dem primitiv brachyodonten Stadium verharrenden Paarhufergeschlechter unter dem Druck derselben Verhältnisse noch eine entsprechende, vermutlich allein auf die Annahme des queren Kauens zurückzuführende Umbildung der Molaren eintrat. Tatsächlich zeigt sie sich früh genug. Ich erinnere nur an *Dacrytherium*. Hier sehen wir die Aushöhlung des Mesostyles schon ganz deutlich, aber wesentlich stärker entwickelt bei *D. ovinum* des oberen Ludien als dem *D. priscum*[1]) des unteren Lutétien.

Man hat aber keine Veranlassung, zu erwarten, daß die charakteristische Entwicklung der Zölostylie überall gleichzeitig auftrat, ebensowenig wie sie dann bei allen Gliedern einer größeren Gruppe einzutreten brauchte. Denn der Zwang, zum Grasregime überzugehen, brauchte ja durchaus nicht alle Herbivoren einer Fauna zu treffen, und die, bei denen er zur Wirkung kam, nicht gleichzeitig. Man kann sich allerdings den Fall vorstellen, daß lokal eine Tiergemeinschaft etwa durch Austrocknen einer kontinentalen Region so in die Enge getrieben wurde, daß sie en bloc dem Zwange verfiel, sich zu akkommodieren oder zugrunde zu gehen. Für die Allgemeinheit aber ist an eine solche auf einmal durchgreifende Nötigung nicht zu denken. Immer wird es für einen Teil der Verwandtschaft Refugien gegeben haben, die ihnen gestatteten, in den alten Lebensgewohnheiten zu verharren und dem Zwange zur Umbildung sich wenigstens eine Zeit lang zu entziehen.

So war es auch bei der *Brachyodus*-Gruppe, und so erklärt sich die Entwicklung der Zölostylie bis zur terminalen, fehlgeschlagenen Form bei *Ancodon* in relativ alter Zeit, während wir anderseits viel später und bis zuletzt ptychostyl verbliebene Formen treffen. Es ist gewiß kein Zufall, daß die kleine Fauna von Eggendorf eine Lagunenfauna ist mit einer Sirene und großen Reptilien. *B. owideus* und seine Aszendenz haben die Nachbarschaft der Gewässer vermutlich nie verlassen und nie den Versuch gemacht resp. die Nötigung erfahren, Vaganten der Prärie zu werden. Was unsere ägyptischen Formen betrifft, so kommen wir auf den Punkt noch zurück. Eine weitere Erörterung der Verwandtschaftsverhältnisse, die wir hier streifen mußten, wird ebenfalls besser auf später verschoben.

Wir berühren nur noch gewisse Punkte in der Organisation der Molaren, die nicht unerwähnt bleiben dürfen, wenn wir hier der Rückwirkung der geleisteten Arbeit auf die Entwicklung des Werkzeuges nachgehen.

Bekanntlich sind die Molaren von *Ancodon*, wie die Textabbildung 13 auf S. 92 [244] zeigt, stark quer verlängert, im Gegensatz zu der fast quadratischen Grundform, die selbst *Brachyodus borbonicus* noch wahrt, und die bei den primitiveren Formen ebenso allgemein herrscht, wie sie auch bei *Anthracotherium* (s. Textabbild. 14 auf S. 92 [244]) die Regel ist.

Dazu kommt ein Zweites. Die M^3 aller *Brachyodus*-Verwandten sind ungewöhnlich groß, die Reihe der Molaren steigt vom 1. zum 3. stets ganz erheblich an. Der Kontrast ist bei *Anthracotherium*, soweit ich sah, lange nicht so ausgesprochen. Bei anderen Paarhufern, vor allem modernen, tritt der M^3 gegen den M^2 sogar oft zurück. Von unseren Formen zeigt die primitivste (*B. rugulosus*) die geringste Größendifferenz zwischen M^2 und M^3 (s. Taf. III [XIX], Fig. 11). Wenn nun das angegebene Verhältnis bei den Anthracotheriiden aus Gründen, denen wir hier nicht näher nachspüren wollen, auch überhaupt allgemeiner bestand, so tritt es doch bei den europäischen und amerikanischen extrem zölostylen Formen am krassesten hervor. Sicher bedeutet es eine bei der individuellen Entwicklung nötig werdende, bis an die äußerste Grenze getriebene Vermehrung der Molarfläche. Vielleicht war die letzte,

1) Stehlin, Schweiz. Eoc. VI. pag. 839 ff.

mit der Verbreiterung des Zahnes sich verbindende Steigerung auf dem Wege eine Folge des abermals sich steigernden Bedarfes, erzwungen durch die mechanische Notwendigkeit, sich dem queren Kauen zu akkommodieren. Einen inadaptiven Charakter besitzen auch diese Vorgänge, da eine fernere Steigerung ausgeschlossen erscheint.

Untere Molaren.

Die Antagonisten der oberen Molaren, von denen gelegentlich schon die Rede war, verändern sich ebenfalls, wenn auch weniger auffallend. Wenn wir hier vom terminalen Typus der Entwicklungsreihe bei *Ancodon* gleich ausgehen, so sehen wir vor allem eine den oberen Molaren ganz entsprechende Erhöhung der Spitzen der Hügel bei streng brachyodontem Verharren der Anlage des Zahnes. Das Bild eines unbenutzten *Ancodon*-Zahnes, wie er mir vorliegt, zeigt ganz turmartige Hügel, die nur durch die sehr niedrige Basis der Hügel zusammengehalten werden und tatsächlich aussehen, als wollten sie auseinanderfallen. Der Anstoß für die sonderbare Entwicklung lag offensichtlich auch hier darin, daß im Interesse der Ausnutzung des Zahnes für die quere Schleifbewegung die Quertäler möglichst frei gemacht wurden.

Das betrifft im einzelnen vor allem die bei der ganzen Familie der Anthracotheriiden vorkommende Schmelzleiste, die von der Spitze des hinteren Außenhügels zur Hinterseite des vorderen Zahnabschnittes schräg durch das Quertal hinüberzieht. Die Stelle ihrer Anheftung am Vorderabschnitt weicht bei *Ancodon* der entsprechenden Spitze der Obermolaren so weit aus, als sie irgend kann, und rückt ganz auf die Innenseite des Zahnes hinein. Damit geht dann eine übertrieben selenodonte Zusammenbiegung der Außenhalbmonde Hand in Hand, die ebenfalls nur das Verhalten der Obermolaren wiederholt.

Anderseits, um dem Extrem bei *Ancodon* das andere gegenüberzustellen, ist auch bei dem großen *Anthracotherium* von Rochette (s. nebenstehende Abbildung 15) die schräge Schmelzkante sehr deutlich ausgebildet. Sie trifft aber den vorderen Abschnitt des Zahnes schon in dessen Mitte oder wenig innerhalb von ihr. Die Leiste tritt in der nach Kowalevskys Abbildung hergestellten Zeichnung scharf hervor, und auch ein schöner in meinen Händen befindlicher M_2 von St. Antonin bei Caylux (Stuttgarter Naturalienkabinett) zeigt sie entsprechend entwickelt.

Fig. 15. Zweiter unterer Molar von *Anthracotherium magnum* Cuv. Nach Kowalevsky. $^1/_2$ nat. Gr.

Zwischen diesem Zustand, der wieder als der primitive erscheint und bei orthaler Mastikation nichts Unzweckmäßiges hatte, und dem extremen Falle bei *Ancodon* stehen wieder vermittelnd die *Brachyodus*. Bei den auch sonst mehr nach *Ancodon* hinüberneigenden Arten unter ihnen verschiebt sich die vordere Anheftungsstelle der Schrägleiste schon stark nach innen. So finde ich es bei einer tadellos schönen unteren Molarenreihe von *B. borbonicus* von St. Henri (s. Textabbildung 16). Aehnlich ist es bei *B. Cluai*, soweit ich an dem Gipsabguß des Originals von t. 3 f. 2 bei Depéret (Tarrega) erkennen kann, ähnlich auch bei *B. onoideus*, von dem Mayet einen wohlerhaltenen M_3 abbildet.

Fig. 16. Dritter unterer Molar von *Brachyodus borbonicus* Gerv. $^2/_3$ nat. Gr.

Unter den ägyptischen Formen (s. Textabbildung 17 a—d) ist die Anheftung der Leiste bei den 2 Arten mit höheren Hügeln, *B. Andrewsi* und *parvus*, ebenfalls merklich nach innen verschoben. Hand in Hand damit geht auch hier eine stärker selenodonte Zusammenbiegung der Außenhalbmonde, die auch in den

Umrißskizzen Textabbild. 17 c und d zum Ausdruck kommt. Bei den *Bothriogenys* findet die Anheftung der Leiste genau wie bei *Anthracotherium* etwa in der Mitte der Vorderhälfte statt.

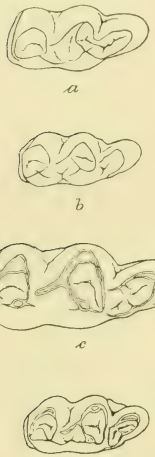


Fig. 17. Dritter unterer Molar von a *Brachyodus Gorringei* Andr., b *B. rugulosus* M. S., c *B. Andrewsi* M. S., d *B. parvus* Andr. Nat. Gr.

Mit der stärkeren Zusammenbiegung der Außenhalbmonde verkürzt sich dann der vordere Innenhügel. Der vordere Eingang in das Längstal des ersten Zahnabschnittes von der Innenseite ist, wie wir sahen, bei *Bothriogenys*, ebenso wie übrigens bei *Anthracotherium*, schmal. Schon bei *B. Andrewsi* (Textabbild. 17 c) wird er breiter. Bei *B. borbonicus* (Textabbild. 16) ist die Ausweitung dieser Passage schon ganz auffallend und ähnelt dem Verhalten bei *Ancodon*. Hier ist die einen wesentlichen Unterschied gegen *Anoplotherium* (mit weiter hinten geöffnetem Längstal des ersten Zahnabschnittes) bildende Einrichtung sehr gut ausgebildet, meist wohl stärker als in der einschlägigen Figur bei Kowalevsky [1]). Aber sie tritt nicht so stark hervor, da der Eingang sehr tief liegt, nicht hoch über dem Cingulum. Daß die hinteren Eingänge der Längstalstücke bei *Bothriogenys* fast immer recht hoch geschlossen sind, während sie bei *Ancodon* sich tief öffnen, wurde schon einmal hervorgehoben (S. 29 [181]). Die übrigen *Brachyodus*, vor allem *B. borbonicus*, zeigen in diesem Punkte keinen Uebergang zu *Ancodon*; sie stehen mehr oder weniger auf derselben Stufe, wie *Bothriogenys*.

Wenn die unteren Molaren von *Bothriogenys*, wie übrigens auch die des ptychostylen *Brachyodus onoideus*, nun auch in vielen Zügen sich an die von *Anthracotherium* anlehnen, so sind sie doch durch ein auffallendes Kennzeichen gut von ihnen zu unterscheiden, ein Kennzeichen aller *Brachyodus*-Verwandten. Wie wir schon im beschreibenden Teil sahen, geht bei diesen von der Vorderseite des hinteren Außenhügels noch eine zweite Schmelzkante aus, die aber zum Innenhügel desselben Zahnabschnittes hinüberführt und das hintere Längstal nach vorn abschließt. Von ihr fehlt bei *Anthracotherium* (s. Textabbildung 15) fast jede Spur. Stehlin hat vor kurzem [2]) diesen Unterschied von *Brachyodus* und *Anthracotherium* besonders hervorgehoben. Diese Verbindungskante fehlt nach den klaren Zeichnungen bei Stehlin [3]) auch bei *Catodontherium*, ein fernerer wichtiger Grund gegen seine Zusammengehörigkeit mit dem Stamme oder den Stämmen, die als *Brachyodus* zusammengefaßt werden.

Die Art, wie die beiden besprochenen Kanten vom hinteren Außenhügel ausgehen, ist bei den *Brachyodus*-Arten unter sich nicht gleichmäßig ausgebildet. Sie bilden in der Regel bei frischen Zähnen von *B. Fraasi*, vor allem aber deutlich bei *B. Gorringei*, bereits an der Hügelspitze sich gabelnd, die Form eines geschwungenen V. Andrews hat auf das Charakteristische dieser Art der Teilung aufmerksam gemacht. Bei dem ja auch sonst etwas für sich stehenden *B. rugulosus*, ferner bei *B. Andrewsi* und *parvus*, bleiben sie ein Stück weit vereinigt, um sich dann erst wesentlich unterhalb der Spitze in

1) Anthrac. t. 8 f. 41.
2) Revision. pag. 174.
3) Schweiz. Eoc. VI. Textabbild. 88 und sonst.

Form eines Y zu gabeln. Als Extrem in dieser Richtung zeigt *Ancodon* eine sehr spät und sehr tief eintretende Gabelung der beiden Aeste.

Im ganzen zeigt auch die Entwicklung der unteren Molaren eine Reihe, in der sich Umwandlungen verfolgen lassen. Diese lassen ebenfalls gewisse Beziehungen zu den oben behandelten treibenden Ursachen durchleuchten, ganz im Einklang mit den deutlicheren und tiefer einschneidenden Umformungen, die von jenen Agentien an den oberen Molaren bewerkstelligt werden. Auch in der Mandibelbezahnung kann man erkennen, daß die Veränderungen einen Seitenweg einschlagen, verglichen mit der Entwicklungsrichtung des Wiederkäuerzahnes, und daß sie sich im letzten Ende als Fehlschläge erweisen. Das kommt in den erst mäßig spezialisierten Zähnen von *Bothriogenys* nur in geringerem Grade zum Ausdruck. Es springt aber in die Augen beim Anblick der wie eine Karikatur anmutenden unteren Molaren von *Ancodon*. Einige der *Brachyodus*-Arten kommen ihm in der fehlschlagenden Sonderentwicklung schon einigermaßen nahe.

Prämolaren.

Ich kann mich hier kurz fassen.

Im Oberkiefer sind die Prämolaren bei Formen, die in der Ausbildung der Molaren auf ganz verschiedenen Stufen der Umbildung stehen, ziemlich einheitlich nach demselben Typus gebaut. Die Variationen des Themas, die vorkommen, bieten keine Handhabe, eine analoge Reihe der Wandlungen aufzustellen, wie bei den Molaren. Von einem Hinstreben zu einem fehlschlagenden Extrem ist nichts zu verspüren.

Eine Sonderbildung in der Form zeigen die wie gestaucht erscheinenden oberen Prämolaren von *B. Fraasi*. Aber hier ist eine ganz spezielle Ausbildung der Kiefer und Zahnstellung ganz offenkundig die treibende Ursache, der die Form des einzelnen Zahnes sich anpaßte.

Im Unterkiefer konnte ich schon bei den Beschreibungen der einzelnen Formen zeigen, daß die Mehrzahl der typischen Prämolaren an Creodontier und wohl auch Fissipedier so stark erinnert, daß die einzelnen unterscheidbaren Elemente der Krone wohl homolog sein müssen und dann auch genetisch eine gewisse Annäherung der Stämme wahrscheinlich machen. Auch im Unterkiefer findet sich diese Ausbildung der Molaren ziemlich gleichmäßig, sowohl bei den sonst mehr primitiv verharrenden Arten, als auch bei den stärker umgebildeten, so, wie die Textabbildung 2 auf S. 31 [183] zeigt, bei *Brachyodus borbonicus*, so auch nach den Zeichnungen bei *B. Cluai* und bei *Ancodon*. Veränderungen, die man als fehlschlagende Entwicklung deuten könnte, fehlen auch hier. Die Umbildungen, die man erwarten müßte im Interesse der Ausnutzung auch dieser Region des Gebisses für das quergerichtete Kauen, wären Längsleisten ähnlich denen der Molaren. Andeutungen einer solchen Molarisierung kommen gelegentlich als kulissenartige Entwicklung der Nebenspitzen vor. Sie bedeuten dann die fortgeschrittenste Form der Komplikation bei diesen Zähnen. Anderseits finden sich, auch nur gelegentlich, bei besonders schwachen Stücken besonders einfach zugeschnittene Prämolaren, vor allem ohne deutliche Nebenspitzen.

Antemolare Region.

Noch weniger, als die Prämolaren, geben die Eck- und Schneidezähne Gelegenheit, etwas an die Entwicklungsreihe der Molaren Anschließendes festzustellen.

Von Eckzähnen fehlt fast jedes Material. Daß sie bei *Bothriogenys* eine sehr geringe Entwicklung besaßen, scheint nach den bisherigen Beobachtungen wahrscheinlich. Wir haben hier eine

spezielle Entwicklung dieser Sondergruppe vor uns, von der schon kurz die Rede war. Wie es mit den Caninen von *B. parvus* und *Andrewsi* steht, ist unbekannt.

Im Bereich der Schneidezähne ist das Material fast ebenso dürftig. Es läßt sich noch nicht einmal sicher entscheiden, ob die sonst sich zeigende Reduktion in der Vorderregion des Gesichtsschädels bei *B. Fraasi* auch die Zähne besonders stark mitbetroffen hat. Die beiden großen Mandibeln der Art machen in der Incisivenregion eigentlich keinen schwächeren Eindruck, als bei den übrigen Arten. Auch hier ist, wenn man die leidlich vollständigen Reste von *Ancodon* mit in Vergleich stellt, ein Anklang an die inadaptiven Entwicklungsvorgänge der Molarregion nicht nachzuweisen.

Milchbezahnung.

Vom oberen Milchgebiß ist nur ein einziger D^4 bekannt, der also zu vergleichenden Betrachtungen keine Veranlassung gibt.

Aus dem Unterkiefer liegt vergleichsweise reichliches Material vor. Aber es bietet doch nur geringfügige Ergänzungen und Bestätigungen zu unseren Beobachtungen über den interessanten Entwicklungsprozeß der oberen Molaren. Nur ein Punkt erscheint im Milchgebiß von besonderem Interesse. Die Umwandlungsvorgänge der Molaren haben sich ja offenbar in einem schnellen, man möchte fast sagen, hastigen Tempo vollzogen, unter dem Drucke der Not. Wenn wir nun am Milchgebiß die Züge der Entwicklung besonders ins Auge fassen, die bei den Molaren der Wandlung unterliegen, so sind Spuren analoger Verschiebungen ganz unverkennbar. Sie folgen also prompt der Umformung der Molaren, in einem, wie A. Behlen sich ausdrückt[1]), „ausgeglichenen Verwandtschaftsverhältnis“ zu ihnen.

Auch abgesehen von diesen für den Entwicklungsweg der *Brachyodus*-Gruppe bedeutsamen Beziehungen ist unser Milchzahnmaterial, vor allem die schöne in Taf. III [XIX], Fig. 36—38 dargestellte, vollständige Milchzahnserie, nicht ohne ein gewisses allgemeines Interesse.

Die beiden hinteren Milchmolaren lassen nämlich bei ihrer schönen Erhaltung die Beziehungen der Milchmolaren der Paarhufer zu dem tuberkulärsektorialen Stadium einer primitiven Zahnform noch unbekannter, aber den Creodontiern nicht fernstehender Ahnen[2]) mit einem Blick übersehen, Beziehungen, für die wir auch bei den Prämolaren wichtige Anhaltspunkte erkannten. Sie vermitteln dann aber auch durch den Vergleich mit den bleibenden Molaren unserer Formen selbst das Verständnis von deren Entstehung aus ähnlichen Vorläufern.

Der D_4 mit seinen drei gleichwertigen Abschnitten hat früh das für pflanzliche Nahrung sehr zweckmäßige und darum später kaum noch veränderte Endstadium der Spezialisierung erreicht, deren infolge Raummangels durch Reduktion des Parakonids vereinfachtes Produkt die echten Molaren derselben Tiere darstellen. Als mehr nebensächliches Moment kommt hinzu, daß auch die in der aufragenden Ecke des Schlußcingulums angedeutete Knospe eines Mesokonids sich bei M_1 und M_2 in dem Stadium erhält, das wir am D_4 beobachten konnten.

Am D_3 treten uns erklärend die Vorstadien des Spezialisierungsprozesses vor Augen. Beide zusammen zeigen eine durch das Bedürfnis beschleunigte, durch unbeengte Stellung begünstigte Molarisation eines primitiveren Zahntypus, die rasch einen hohen Grad von Zweckmäßigkeit erreichte und dann in der ganzen Verwandtschaft zäh festhielt, da die äußeren Bedingungen sich nicht mehr wesentlich verschoben. Die Molaren zeigen demgegenüber die schon er-

1) Milchgebiß. II. pag. 301. 7.
2) S. oben S. 45 [197].

wähnte Vereinfachung. Der durch sie bedingte Mangel an Kaufläche wird mehr als ausgeglichen durch sukzessive Verstärkung der drei allmählich mit dem Auswachsen des Tieres erscheinenden Elemente der Molarenreihe.

Schmelzskulptur.

Von Eigentümlichkeiten, die bei diesen Tieren mehr oder weniger alle Zähne besitzen und die gewisse allgemeine Unterschiede in der Entwicklung zeigen, erwähne ich hier nur im Vorübergehen die in den Beschreibungen immer hervorgehobenen Eigenarten der Schmelzoberfläche. Auch hier ist eine Reihe von Abstufungen wenigstens angedeutet, die dem bei den Molaren Geschilderten etwa entspricht. Am reichsten und am stärksten körnig ist sie bei dem odontologisch primitivsten *Bothriogenys rugulosus*. *B. Gorringei* und *Fraasi* zeigen sie noch kräftig entwickelt, aber weniger regelmäßig in der Ausführung und weniger gleichmäßig in der Verteilung. *Brachyodus Andrewsi* mit schon stärker zu *Ancodon* hinneigendem Charakter des Gebisses besitzt eine mindestens relativ feinere und dabei ziemlich gleichmäßig verteilte Schmelzrunzelung. Ich habe schon bei der Beschreibung darauf hingewiesen (S. 16 [168]), daß sie an *B. onoideus* erinnert. Bei *B. parvus* endlich wird sie noch feiner und setzt vielfach aus, wie auch Andrews schon hervorhebt. Sie tritt bei dieser Art stärker zurück, als nach dem mir vorliegenden Vergleichsmaterial bei den europäischen und amerikanischen Arten von *Ancodon*[1]).

Die Schädel.

Wir beginnen mit einer wohl nur einem Teil der ägyptischen Formen, der Untergattung *Bothriogenys*, eignen Spezialität, den Wangengruben, auf die in den Beschreibungen bereits gebührend aufmerksam gemacht wurde. Wir lernten sie dort zunächst bei *Bothriogenys Fraasi* in beträchtlicher Ausbildung kennen.

Wangengruben, Präorbitalgruben oder „Tränengruben", mehr oder weniger tiefe Eindrücke in der Außenfläche des Gesichtsschädels zur Aufnahme von Hautdrüsen (doch niemals eigentlichen Tränendrüsen!) sind bei den heutigen Artiodactylen recht verbreitet[2]). Sind sie suborbital, so liegen sie im Bereich des Lacrymale allein oder tiefer, maxillar. Unter den alttertiären Paarhufern spielen sie vor allem bei den Anoplotheriiden eine Rolle. *Dacrytherium* verdankt ihrer bedeutenden Ausbildung bei gewissen Species seinen Namen. Bei *Catodontherium* wurden sie durch Stehlin vor kurzem[3]) wenigstens in bescheidener Entwicklung nachgewiesen. In den beiden Fällen ist freilich die Lage der Gruben nicht die gleiche, und bei unseren ägyptischen Formen weicht sie wiederum ab, schiebt sich mehr unter das Tuber malare, als bei *Catodontherium*.

Ich möchte im Hinblick auf diese Differenzen, sowie im Hinblick auf die ungleichmäßige Ausbildung und die launenhafte Verbreitung der Gruben unter den jetzigen Paarhufern das Kennzeichen für die taxonomische Gruppierung nicht zu sehr in den Vordergrund stellen. Die *Bothriogenys* werden durch ihren Besitz noch lange keine Dacrytherien. Daß die primitiven Anoplotheriiden, z. B. *Catodontherium* und *Dacrytherium*, den mehr selenodonten älteren Anthracotheriiden vielleicht genetisch recht nahestehen, vielleicht in nicht allzu ferner Vorzeit mit ihnen einer gemeinsamen Wurzel entsprossen

1) Gegen Depéret's Angabe, daß die Molaren von *Ancodon* nicht gestreifte Schmelzoberfläche hätten (Eggenburg. pag. 404), hat schon Andrews Einspruch erhoben (Foss. Mamm. pag. 483).

2) Weber, Säugetiere. pag. 28.

3) Schweiz. Eoc. VI. 1890. Textfig. 136 auf pag. 865, Textfig. 153 pag. 876.

sind, ist mir selbst gar nicht unwahrscheinlich, aber aus anderen Gründen, wie ich gelegentlich habe durchblicken lassen.

Wenn nun das Vorkommen von suborbitalen Gruben unter diesen altertümlichen Paarhufern auch keine allgemeinere taxonomische Bedeutung hat, so ist es doch im engeren Rahmen, für die Untergattung *Bothriogenys*, augenscheinlich charakteristisch. Ich konnte zunächst Wangengruben bei *B. Gorringei* an allen Kieferstücken zeigen, an denen die Außenfläche des Schädels über dem M^2 erhalten ist. So an dem einen Typusexemplar der Art im British Museum (M 8425), nach dem ANDREWS [1]) den P^3 eingezeichnet hat. Das Bruchstück zeigt, wenn auch bei seinem stark korrodierten Zustande nur noch angedeutet, ein Tuber malare über dem Hinterrande des M^2. Davor sinkt die Wangenfläche tief nach innen ein. Ueber der Mitte des M^2 ist, wie es scheint, das Foramen infraorbitale angedeutet, an derselben Stelle, wo ich es an dem Stuttgarter Schädel zu sehen glaubte. Ein ferneres Oberkieferstück mit M^2—P^4 im Stuttgarter Naturalienkabinett, an dem mir schon lange ein sehr starkes Einwärtsfliehen der Alveolargegend gleich über den Kronen der Zähne aufgefallen war, findet dadurch ebenfalls seine Erklärung. Der Platz für die lateralen Wurzeln der unter der tief eingetriebenen Grube liegenden Zähne, vor allem der M^1 und P^4, wird natürlich stark beengt. Die Spitzen der Wurzeln krümmen sich ganz nach innen. Die Alveolarwand ist bis hoch hinauf sehr dünn, so daß sie bei nur mäßig erhaltenen Stücken durchgerieben oder abgewittert erscheint und die Zahnwurzeln in sehr charakteristischer Weise bloßliegen.

Bei der großen Aehnlichkeit der Molaren, vor allem der unteren, habe ich dann auch für den Schädel von *B. rugulosus*, zunächst ohne positives Beweismaterial, das Vorkommen von Wangengruben angenommen und die Art *Bothriogenys* zugeteilt.

Die letzten Neuerwerbungen des Stuttgarter Naturalienkabinetts, die schon mehrfach erwähnt wurden, geben über diese Frage der Zugehörigkeit wenigstens Andeutungen. Die darunter befindliche schöne Zahnserie von *B. rugulosus*, von der oben (S. 15 [167]) die Rede war, zeigt in dem vorderen Bruchstück mit den Prämolaren P^2 und P^3 ebenfalls ein starkes Nachinnenfliehen der Wangenfläche über den Zähnen. Ein solches Verhalten läßt sich eigentlich nur durch das Vorhandensein einer wohlentwickelten Wangengrube weiter hinten deuten. Dort ist die Wangenfläche leider nicht erhalten. Ein zweites trotz mäßiger Erhaltung genügend deutlich als zu *B. rugulosus* gehörig erkennbares Kieferbruchstück mit P^4—M^2 zeigt die Wangenfläche über diesen Zähnen gut erhalten. Sie biegt sich tatsächlich über dem P^4 fast so stark nach innen ein, wie bei dem analogen Stück von *B. Gorringei* in meinen Händen. Aber nach hinten gleicht sich die Einbiegung allmählich aus, ohne die umschriebene Grubenbildung, wie sie auch *B. Gorringei* ziemlich deutlich besitzt.

B. rugulosus besaß also die Wangengrube augenscheinlich nur in einem geringeren Grade, man könnte im Hinblick auf die primitivere Entwicklung der Zähne sagen, in einem Vorstadium, vielleicht auch nur beim Männchen. Eine endgültige Entscheidung über sein Verhalten ist besser aufzuschieben. Für seine Zurechnung zur Gruppe der *Bothriogenys* reicht das bisherige Material, im Verein mit den sonstigen für eine nahe Verwandtschaft der 3 Arten sprechenden Kriterien, bereits aus.

Ob die Wangengrube auch bei den 2 anderen Arten vielleicht nur beim ♂ vorkommt, oder wenigstens nur bei ihm in der entwickelten Form, muß ebenfalls einstweilen als unentschieden angesehen werden. Die Schädel von *B. Fraasi* wurden ja bereits als starken ♂ zugehörig angesprochen.

1) Catalogue. t. 18 f. 3.

Dagegen ist weder an den Schädeln von *Ancodon* (die Rekonstruktionen Filhols verdienen freilich nicht allzuviel Vertrauen), noch an den von den übrigen *Brachyodus* bekannten, von suborbitalen Gruben etwas in den Abbildungen angedeutet oder in den Beschreibungen erwähnt. Daher darf man bei *B. Andrewsi* und *parvus*, die in dem Habitus des Gebisses mehr zu diesen Formen hinneigen, wohl ebenfalls die Abwesenheit der Gruben vermuten.

Auf die geringe Bedeutung der Unterschiede in der tympanischen Region des Schädels ist schon oben (S. 26 [178]) hingewiesen.

Wie hoch wir die ziemlich auffallenden Unterschiede im allgemeinen Bauplan der Schädel der Gruppe, vor allem im Profilumriß, veranschlagen müssen, erscheint mir noch nicht spruchreif. Das Material ist noch zu ungleichmäßig. Depéret hat seinerzeit[1]) in Umrißskizzen die Schädel von *Brachyodus* und *Ancodon* gegenübergestellt. Zum Repräsentanten der ersteren Gattung wählte er freilich seine Rekonstruktion des Schädels von *B. Cluai* (s. nebenstehende Textabbildung 18), den er ja später[2]) selbst einem Seitenzweige, der

Fig. 18. Rekonstruktion des Schädels von *Brachyodus Cluai*. Nach Depéret. $^1/_5$ nat. Gr.

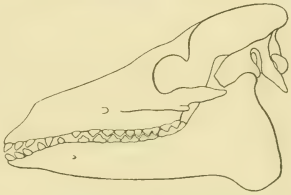


Fig. 19. Schädel von *Brachyodus brachyrhynchus*. Nach Scott. $^1/_6$ nat. Gr.

Untergattung *Bunobrachyodus*, zuweist. Von den Arten, die er dort als *Brachyodus* zusammenfaßt, kennen wir den Schädel von *B. brachyrhynchus* (s. vorstehende Textabbildung 19) aus dem amerikanischen Oberoligocän durch Scott[3]) schon lange. Ihm fehlen zwei sehr hervorstechende Züge der Schädel von Tarrega, die frei und spitz vorspringenden Nasalia und die „gouttière infraorbitaire", der stark entwickelte Sulcus frontalis.

Untenstehend habe ich den Versuch gemacht, die Schädel der beiden großen *Bothriogenys* nach dem vorhandenen Material einigermaßen zu rekonstruieren. Für den Schädel von *B. Gorringei* (Text-

Fig. 20. Rekonstruktion des Schädels von *Bothriogenys Gorringei*. $^1/_5$ nat. Gr.

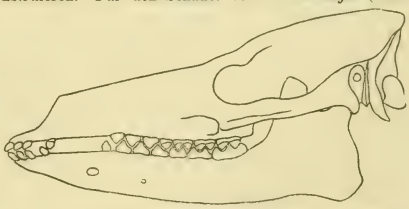


Fig. 21. Rekonstruktion des Schädels von *Bothriogenys Fraasi*. $^1/_5$ nat Gr.

1) Tarrega. pag. 10 (436).
2) Hist. géol.
3) Struct. a. Relat. t. 23 f. 1.

abbildung 20) lag vor der unverdrückte Schädel No. 1 (S. 20 [172]), der auf S. 13 [165] beschriebene Zwischenkiefer und das schöne von ANDREWS abgebildete Mandibelpaar. Zur Ergänzung des Fehlenden konnte unbedenklich *B. Fraasi* verwendet werden. Umgekehrt wurde zur Aufrichtung der zusammengedrückten Schädel von *B. Fraasi* (Textabbildung 21) der Kopf von *B. Gorringei* benutzt.

Von den Profilen dieser beiden Formen steht wenigstens das erstere dem von *Ancodon* (Textabbildung 22) vergleichsweise nahe, jedenfalls näher, als das von *Brachyodus Cluai*, der in der zölostylen Entwicklung der Molaren schon mehr Fortschreite zeigt. Was man von dem bisher Bekannten als die typische Schädelform der Großgattung *Brachyodus* bezeichnen darf, ist vielleicht am besten in suspenso zu lassen. *Brachyodus Cluai* kann jedenfalls nicht als diese typische Form hingestellt werden. Er repräsentiert so ziemlich ein Extrem der Entwicklung, in dieser Richtung vielleicht nur noch übertroffen von dem fast mopsköpfigen *Heptacodon curtus* MARSH. (Nach DEPÉRET würde diese eigentümliche Form der Oreodon beds mit *B. Cluai* in der Untergattung *Bunobrachyodus* zusammengehören.) Eher scheint mir *Brachyodus brachyrhynchus* einen mittleren Typus der Gruppe darstellen zu können.

Ein wichtiger Charakterzug ist die mehrfach hervorbrechende Neigung zu einer übertriebenen Verlängerung der Schnauze, vor allem bei den Männchen. Sie kulminiert ebenfalls bei *Ancodon* in Europa und Amerika (*A. rostratus* SCOTT). Die für den Habitus des Kopfes bestimmende Eigenschaft tritt aber in allen Gruppen der Verwandtschaft, soweit die Schnauzenform bekannt ist, gelegentlich ziemlich stark auf. Sie ist auch bei starken Männchen von *B. Cluai* viel stärker ausgesprochen, als die Umrißzeichnung bei DEPÉRET erkennen läßt. (Es ist jedenfalls absichtlich hier der ♀ Typus gewählt, der für stammesgeschichtliche Vergleiche geeigneter ist, sobald die ♂ starke Sexualcharaktere entwickeln.) Zur Ergänzung von DEPÉRETS Abbildungen sollen hier die beiden Textabbildungen 20 und 22 gerade die extremen Stufen in der Ausbildung der Langschnauzigkeit bei den ♂ zum Ausdruck bringen. Ich habe dementsprechend auch für *Ancodon* nicht die Darstellung der Lehrbücher reproduziert. Die Abbildung 22 ist mit Benutzung von fig. 91 auf t. 10 bei FILHOL (Ronzon) neu entworfen, um das äußerste bekannte Extrem dieser Langschnauzigkeit vorzuführen.

Fig. 22. Rekonstruktion des Schädels von *Ancodon leptorhynchus*. Nach FILHOL. $^1/_5$ nat. Gr.

Ich unterlasse es, hier die Frage nach der Zweckmäßigkeit einer so auffallenden Spezialisierung und nach den treibenden Ursachen, die etwa zu ihr führen konnten, zu erörtern. Es ist wohl besondere Vorsicht am Platze in solchen Deutungsversuchen, wenn nur das eine Geschlecht so recht im Besitz der speziellen Erwerbung ist. Jedenfalls ist es nicht wahrscheinlich, daß hier dieselben Aenderungen der Lebensweise eine irgend bestimmende Rolle gespielt haben, deren Einfluß wir bei den Umwandlungen des Gebisses verfolgt haben. Denn eine in der Anlage wenigstens ähnliche selbständige Ausbildung des vorderen Teiles der Schnauze findet sich auch bei *Anthracotherium*. Sie erscheint nur hier mehr selbstverständlich wegen der außerordentlich starken Bezahnung dieser Region. Die Gattung *Anthracotherium* hat aber selbst in ihren jüngsten Gliedern den Uebergang zum Grasregime mit seinen Konsequenzen nicht mitgemacht, sondern blieb „omnivor“ wie die Suiden, mit dem Festhalten an orthaler Mastikation. Das Vorkommen der gleichen Entwicklungstendenz bei den beiden

bedeutendsten Zweigen der Anthracotheriiden scheint mir dann vielmehr auf Erbschaft von gemeinsamen Vorfahren zurückzuweisen. Diese gemeinsame Wurzel dürfte freilich weit zurückliegen, da eine so auffällige Differenz in der Ausbildung der unteren Molaren zwischen den beiden Gruppen besteht (S. 95 [248]).

Rumpf und Gliedmaßen.

Unsere Kenntnis des Rumpfskeletts der Anthracotheriiden des Fajum ist noch dürftig Ich verzichte auf eine Behandlung an dieser Stelle vor allem, weil mir nennenswertes neues Material nicht vorlag.

Ueber besonders vollständig vertretene und wichtige Abschnitte des Gliedmaßenskeletts sind bei Gelegenheit der Beschreibungen schon einige vergleichende und zusammenfassende Bemerkungen gemacht (S. 65 [217] und 83 [235]). Ich kann mich daher jetzt kurz fassen. Hinderlich für allgemeine Vergleiche ist und bleibt die zerstreute Fundart der Knochen. Sie ließ es geraten erscheinen, mit Urteilen über das Längenverhältnis der Gliedmaßen zum Rumpf und vor allem das so wichtige Längenverhältnis der Vorder- zur Hintergliedmaße einstweilen zurückzuhalten.

Es machte auch anfangs nicht geringe Schwierigkeiten, das vorhandene Material auf die nach dem Gebiß unterschiedenen 5 oder gar 6 Arten mit einiger Sicherheit zu verteilen. Es fanden sich dann aber doch eine Reihe von Merkmalen, die in gewissem Sinne zu den odontologischen Charakteren der einzelnen Formen stimmten und die Wahrscheinlichkeit der richtigen Verteilung vergrößerten. Sie bestätigten anderseits auch den taxonomischen Wert der in der Bezahnung, besonders bei den Molaren, hervorgehobenen Unterschiede.

Die 3 *Bothriogenys*-Arten erscheinen so nach dem Fußbau als ziemlig hochläufige Tiere, vor allem *B. Gorringei*, soweit das spärliche Material zu übersehen gestattet. Vergleichsweise hoch ist schon der Carpus gebaut, besonders in seiner proximalen Reihe. Die Ausbildung des Lunare ist hier charakteristisch. Ziemlich schlank und dabei doch solide sind auch die Metacarpalien, trotz des Festhaltens an einer noch fast vollkommenen Vierfingerigkeit, also erst beginnender Reduktion. Der Fuß zeigt Analoges, z. B. einen ziemlich hoch gebauten Tarsus. Im ganzen ist die Bildung der Füße wohl als Anpassung an eine flüchtigere Lebensweise auf festem Boden aufzufassen. Vielleicht ist aber auch hier, wie bei den Zähnen, die Vermutung berechtigt, daß es sich zum Teil dabei nur um eine eilige Aptierung des vorhandenen morphologischen Materials an die Anforderungen neuer Lebensverhältnisse handelt.

Wesentlich weiter geht in derselben Richtung der im Gebiß durch merklich erhöhte Zahnkronen ausgezeichnete *Brachyodus parvus*. Alle Langknochen der Extremitäten, die auf ihn bezogen werden müssen, zeigen besonders schlanke Form bei sehr kompakter Struktur ihrer Knochenmasse, waren also besonders dauerhaft und für schnelle Fortbewegung besonders geeignet. Hand- und Fußwurzel, vor allem die letztere, scheinen noch höher und schlanker gebaut gewesen zu sein, als bei *Bothriogenys*. Im Tarsus dieser Art wurde auch die einzige Verwachsung zweier Knochen beobachtet (Cuneiforme II + III, Taf. VIII [XXIV], Fig. 36, 37), die vorkam. Im Mittelfuß fällt vor allem eine stärkere Reduktion der Seitenzehen auf.

Brachyodus Andrewsi weicht, den geringen Resten nach, in anderer Richtung von *Bothriogenys* ab. Die Langknochen seiner Gliedmaßen sind relativ schwer und massiv, Hand und Fuß vergleichsweise kurz, vor allem auch in den Wurzeln. Als Maßstab dafür kann das Cuneiforme III (Taf. VIII

[XXIV], Fig. 31, 32) dienen. Es ist viel breiter, aber nicht wesentlich höher als das von *Bothriogenys Fraasi* (ebenda Fig. 28—30). Für den Carpus liegt nur das Unciforme vor (ebenda Fig. 42, 43); es ist ebenfalls vergleichsweise wesentlich niedriger, als das von *Bothriogenys*. Dazu kommt dann der breite, flache Bau der Mittelhand und des Mittelfußes. Sie erscheinen wenig geeignet für ausdauerndes Laufen auf festem Boden, wohl aber zum Waten auf sumpfigem Grunde und wohl auch zum Schwimmen, für das sie die nötige Fläche besaßen.

Zum weiteren Vergleich steht von den nächsten Verwandten eigentlich nur die in situ gefundene Hand von *Brachyodus brachyrhynchus*[1]) zur Verfügung. Sie ist vergleichsweise kurz gebaut. Ihr Lunare erinnert wenigstens in der Zeichnung[2]) merkwürdigerweise einigermaßen an das von *Ancodon*. Die daneben abgebildeten Gliedmaßenknochen sind ebenfalls ziemlich schwerfällig geformt. Man vergleiche z. B. das Knochenpaar Radius und Ulna in Fig. 6 mit dem von *Bothriogenys Fraasi* in Fig. 9 und 10 meiner Taf. V [XXI]. Einen Vergleich mit dem schon etwas ferner stehenden *Ancodon* gestattet Scotts Abbildung[3]) eines ausgezeichnet in situ erhaltenen Fußes von *A. rostratus*. Hier fällt auf, daß die Fußwurzel viel niedriger ist, als bei *Bothriogenys*. In der Rekonstruktion Kowalevskys nach europäischem Material ist der Unterschied noch auffallender. (Daran kann die Wahrscheinlichkeit, daß die Fußwurzel dort für die darangefügten Mittelfuß- und Phalangenknochen sichtlich zu klein ist, nichts ändern.) Man darf darin aber nur einen Unterschied zwischen *Ancodon* und *Bothriogenys* sehen. Andere *Brachyodus*-Gruppen verhalten sich darin wie *Ancodon*; z. B. würde das Cuneiforme III von *B. Andrewsi*, von dem eben schon die Rede war, ganz gut zu den Verhältnissen von *Ancodon* stimmen.

Taxonomisches.

Wir stellen zunächst die Hauptresultate der Vergleichung der ägyptischen Formen kurz zusammen.

Die am reichlichsten in dem Fajum-Material vertretene Gruppe der *Bothriogenys* begreift mäßig große Formen mit ptychostylen oberen Molaren von recht primitiv brachyodontem Grundplan mit niedrig bleibenden Hügeln. Die unteren Molaren haben weit offene Außenhalbmonde. Sie heften die vom hinteren Außenhalbmond unter V- bis Y-förmiger Gabelung ausgehende Schrägkante des Quertals etwa der Mitte der Hinterseite des vorderen Zahnabschnittes an. Der vordere Eingang der Innenseite des vorderen Längstalabschnittes ist schmal und halb verschlossen. Die Tiere kauten quer, aber wohl noch nicht lange, da die Zähne nur geringe Aptierung an den Prozeß zeigen und sich schnell abnutzten. Die Schmelzskulptur ist ziemlich kräftig. Die Eckzähne sind prämolariform. Der Schädel besitzt Wangengruben, wenigstens beim Männchen. Die Läufe sind schlank, aber kräftig. Der Tarsus und auch Carpus sind recht hoch gebaut, die Hufphalangen spitz-dreieckig.

Unter sich zeigen die 3 Arten in der Größe und Bezahnung Unterschiede. Die kleinste Art, *B. rugulosus*, ist am primitivsten bezahnt. Charakteristisch sind vor allem die kräftige, körnige Schmelzskulptur sowie die steile Stellung der äußeren Hügel der oberen Molaren. Die Art soll noch in der oberen der beiden Fossilschichten des Fundortes vorkommen, ist daher nicht als Stammart einer der beiden größeren aufzufassen, wofür sie ihrer Organisation nach gehalten werden könnte.

1) Scott, Struct. a. Relat. t. 24 f. 7.
2) Nach der Beschreibung (l. c. pag. 476) müßte es dem von *Bothriogenys* ziemlich nahekommen.
3) l. c. fig. 9.

Die beiden größeren Arten mit schräg nach innen liegenden Außenhügeln sind vor allem durch die Verteilung der Diastemen im Gebiß gut unterschieden, *B. Fraasi* mit einem großen Diastema oben und unten vor geschlossener Prämolarenreihe, *B. Gorringei* auch mit Diastemen zwischen den vorderen Prämolaren oben und unten. Dazu kommt die verschiedene Lage des Foramen mentale im Unterkiefer, erheblich vor dem P_1 bei ersterer, deutlich hinter ihm bei letzterer Art. Eine Reihe anderer Differenzen sind graduell.

Brachyodus parvus besitzt ebenfalls ptychostyle, aber schon ziemlich hohe, scharf zugeschnittene, vergleichsweise glatte obere Molaren. Die unteren haben ebenfalls höhere Spitzen und auch stärker zusammengebogene Außenhalbmonde, als bei *B. Gorringei*. Die schräge Schmelzleiste des Quertales biegt hinten Y-förmig ab und ist vorn ziemlich weit innen angeheftet. Der Schädel hat unter anderem ziemlich stark nach hinten gerichteten Processus postorbitalis und große Bulla tympanica. Die Läufe waren sehr schlank mit schon erheblich reduzierten Seitenzehen.

Die Form zeigt ungewöhnliche Schwankungen der Größe, ist daher vielleicht in 2 Arten aufzulösen. Es wäre von Interesse, zu erfahren, ob die größeren Stücke alle aus der oberen Fossilschicht sind, wie es den Anschein hat.

Brachyodus Andrewsi hat ebenfalls ptychostyle obere Molaren, aber von kompaktem Bau. Vor allem ist das Mesostyl mit dem Metastyl außen bei M^1 und M^2 durch eine gerundete Vorwölbung verbunden. Die unteren Molaren besaßen mäßig hohe, nicht scharfkantige Spitzen. Die Schrägleiste des Quertales ist hinten Y-förmig abgezweigt und vorn mäßig weit innen angeheftet. Der vordere Eingang in das vordere Längstal ist frei offen und ziemlich breit. Die Art scheint keine queren Kaubewegungen ausgeführt zu haben. Sie war wohl omnivor verblieben und ein ständiger Anwohner der Lagunen, zu denen die Bewohner der Grasgelände nur zur Tränke kamen. Die Schmelzskulptur ist dicht, aber fein und schlicht. Die Gliedmaßenknochen sind ziemlich massiv; Hand und Fuß flach gebaut, wohl geeignet für den Aufenthalt in Sumpfgelände.

Die in diesen Diagnosen benutzten Merkmale sind, wie ich schon betonte, noch nicht alle gleich sicher, entsprechend dem unvollständigen Material. Manches kann wohl später als weniger wesentlich wegfallen, wenn man als Ersatz andere, jetzt noch nicht hervortretende Differenzen zur Hand hat.

Das Verwandtschaftsverhältnis der ägyptischen Formen untereinander dürfte danach jetzt ziemlich feststehen. Gewisse osteologische Züge (s. S. 55 [207]) scheinen auf eine gemeinsame Wurzel zu deuten. Die *Bothriogenys* und *Brachyodus Andrewsi* stehen sich aber doch ziemlich fern. Daß *B. parvus* als ein sich über den primitiv brachyodonten Zustand einigermaßen erhebender Seitenast vielleicht vom Stamme der *Bothriogenys*, d. h. viel kleineren Vorläufern, ausgegangen ist, erscheine nach den Zähnen allein nicht durchaus unwahrscheinlich. Sind doch seine Unterkieferzähne von denen des gleich großen *B. rugulosus* oft schwer genug zu unterscheiden. Aber der Schädel weicht doch recht erheblich von den *Bothriogenys*-Schädeln ab. So ist der genauere verwandtschaftliche Anschluß dieser Art, die auch an europäische Formen keine direkte Anlehnung findet, einstweilen noch als zweifelhaft anzusehen.

In Europa — und auch wieder Aegypten — fesselt unser Interesse von ptychostylen Formen eine Gruppe großer Arten, die im Miocän noch ganz den etwas grob zugeschnittenen Zahntypus von *B. Andrewsi* ohne, soweit ich sehen kann, deutliche Spuren transversaler Mastikation bewahrt haben. Sehr verbreitet ist davon der stattliche *B. onoideus* des Burdigalien. Mayet gibt ihm einen etwas älteren Vorläufer von der Größe etwa unseres *B. Andrewsi* in *B. intermedius* der untersten Sables de l'Orléanais. [Der von Depéret[1]) als fernerer Ahn vor ihm eingeschaltete *B. hippoideus* Rütim. sp.

1) Hist. Géol. pag. (4).

des Aquitan ist nach STEHLIN[1]) sicher ein *Anthracotherium*.] Der *B. africanus* aus dem Miocän von Moghara in Aegypten weicht von jenen beiden im Zahntypus so weit ab, daß sein Artwert gesichert erscheint (s. die Unterschiede S. 41 [193] Anm. 2). Zwischen den 3 miocänen Arten und *B. Andrewsi* bestehen in der Form des zum Vergleich besonders gut geeigneten M_3 deutliche Unterschiede (s. oben S. 41 [193]). Gemeinsam ist den 4 großen Formen die spät erfolgende Y-förmige Abzweigung der Schrägleiste des Quertales und die feine Skulptur der Schmelzkruste. Sie scheinen alle 4 den Uebergang zur Grasnahrung nicht mitgemacht zu haben. Sie waren so in der günstigen Lage, sich nicht auf gefährliche Aptierungsversuche ihres Gebisses einlassen zu brauchen, die mit ihrem Fehlschlagen den Untergang ihrer meisten Verwandten schon in recht früher Zeit zur Folge hatten. Sie haben sich sogar wenigstens in einer Linie vermutlich weiter erhalten in dem sehr unvollkommen bekannten *B. giganteus* der Siwalik-Fauna[2]), den ich bei dieser Gelegenheit nur im Vorbeigehen miterwähne.

Besteht nun auch ein direktes Filiationsverhältnis zwischen *B. intermedius* und *onoideus*, so darf man doch in *B. Andrewsi* eine Stammart einer der miocänen Arten nicht sehen. Er ist dazu auch zu groß im Hinblick auf die erhebliche Zeitspanne bis zu den eocänen Formen.

Ich möchte hier auch den „*Hyopotamus seckbachensis*“ KINKELIN[3]) aus den Cyrenen-Mergeln des Mainzer Beckens nicht unerwähnt lassen. STEHLIN hat sich vor kurzem[4]) mit dem interessanten Funde beschäftigt und stellt ihn, weil *Anthracotherium*-Zähne von entsprechender Größe dort vorkommen und das Hauptbelegstück, ein fast vollständiger, gut erhaltener Astragalus, „für alle durch Zähne belegten Hyopotamidenarten des europäischen Oligocäns entschieden zu groß“ ist, zu *Anthracotherium*. Damit ist allerdings nicht erklärt, weshalb dieser Astragalus dem kurzen, plumpen Sprungbein von *Anthracotherium*, wie es KOWALEVSKY abbildet (mag dieses auch verdrückt gefunden sein), so wenig ähnelt. Der Astragalus von Seckbach ist ja sogar schlanker, als der übrigens viel größere von *Brachyodus onoideus*. Die Größenfrage spielt jedenfalls kein Hindernis mehr, das Stück einstweilen bei *Brachyodus* zu führen, denn der Astragalus des geologisch sogar älteren *B. Andrewsi* ist immer noch größer, als das fragliche Stück. Es kann also auch im europäischen Oligocän Formen von solcher Größe gegeben haben. Vor allem muß man wohl, was meines Wissens noch nicht geschen ist, feststellen, ob anisodaktyle Anthracotherien einen sogar schlankeren Formen aus der *Brachyodus*-Gruppe so zum Verwechseln ähnlichen Astragalus besitzen können. Einstweilen ziehe ich es vor, analog dem oben (S. 58 [210]) besprochenen Vorkommen von *Brachyodus borbonicus* mit *Anthracotherium* in Digoin, auch hier ein Zusammenvorkommen beider Genera anzunehmen und den Knochen *Brachyodus* zuzuteilen.

Gegenüber den großen ptychostylen Arten steht ganz selbstverständlich die erst spät zölostyl werdende Entwicklung der beiden bei GERVAIS abgebildeten Formen, des *B. porcinus* des Sannoisien und Stampien und des wesentlich größeren *B. borbonicus* des oberen Stampien. Ihre oberen Molaren entwickeln sich schnell ziemlich weit in der Richtung auf den *Ancodon*-Typus. Die unteren halten auch bei *B. borbonicus* den „brachyselenodonten“ Habitus der *Brachyodus* viel besser fest. Nur ist die hinten Y-förmig abgezweigte Schrägkante des Quertales vorn sehr weit innen angeheftet, und der Eingang in das vordere Längstal ist breit und öffnet sich sehr tief.

Brachyodus Cluai, nach DEPÉRET Typus einer eigenen Untergattung *Bunobrachyodus*, steht in

1) Revis. pag. 174.
2) LYDEKKER, Siwalik.
3) Fossilien. pag. 175. t. 1.
4) Revision. pag. 173.

der ziemlich primitiv-brachyodonten Anlage der Zähne auf dem Entwicklungsniveau der *Bothriogenys*, ähnelt ihnen auch in dem kräftigen Vorspringen der Mittelkiele der Außenhalbmonde der oberen Molaren. Seine Zähne sind allerdings deutlich in der Entwicklung zur Zölostylie begriffen, sein Schädelbau vollends dürfte jede nähere Verwandtschaft mit *Bothriogenys* ausschließen.

Schließlich muß auch die Gattung *Ancodon*, schon als Extrem der Entwicklungsreihe der Molaren, wieder mitgenannt werden. Sie ist trotz mancher selbständigen Züge doch kaum mehr als eine terminale Form der *Brachyodus*-Gruppe. Sie erscheint also schon völlig spezialisiert etwa mit den ältesten der übrigen gleichzeitig auf der Bildfläche, um bald zu verschwinden.

So zeigen schon die europäisch-ägyptischen Formen der selenodonten Anthracotheriiden Depérets nach den bisherigen noch lückenhaften und ungleichwertigen Belegen doch deutlich ein ganzes Bündel von mehr oder weniger scharf getrennten Stammlinien, das diesseits der „oligocänen Faunenscheide“ aufsprießt. Von ihren Vorfahren, die sie den bunodonten Vettern, den *Anthracotherium*, annähern müssen, wissen wir nichts. Nicht einer aus dem Heer der eocänen Paarhufer ist als Angehöriger dieser doch sicher formenreichen Entwicklung legitimiert. Auch die oligocänen und miocänen Formen, die bis jetzt bekannt sind, geben von dem wirklichen Reichtum der Ausbildung dieser Stämme, wie er bestanden haben muß, nur einen unvollkommenen Begriff. Man darf nur hoffen, daß weitere Funde die vorhandenen Lücken noch einigermaßen ausfüllen und das Entwicklungsbild aufklären helfen. M. Schlosser hat sich freilich noch vor kurzem[1]) über solche Hoffnungen im Bereiche der antiken und modernen Kulturwelt recht pessimistisch geäußert.

Jedenfalls wären hier solche Funde mit Freude zu begrüßen. Es ist ja nicht nur ein paläontologisch-evolutionistisches Interesse, das die *Brachyodus*-Gruppe uns anziehend macht, mit dem in den einzelnen Stämmen in ganz verschiedenem Tempo sich vollziehenden Umbildungsprozeß ihrer Molaren, nicht nur die paläobiologischen Zusammenhänge, in denen man die Ursachen des morphologischen Befundes suchen darf. Es sind vielmehr die Schicksale der Faunen, das schwierige Problem der großen Wanderungen, für das hier jeder neue Fund wichtige Aufklärungen verspricht und für das ein Durchdringen und Verstehen des komplizierten Entwicklungsganges der Gruppe von größtem Werte ist.

Von diesem Ziele sind wir noch weit entfernt. Das Resultat, das die vorliegende Arbeit ergeben hat, ist noch vielfach unsicher und notgedrungen unvollständig. Der Weg, den ich dabei zu gehen versuchte, derselbe, auf dem Stehlin so außerordentliche Erfolge erzielte, war einfach der, auch scheinbar geringfügige Einzelheiten, wenn sie nur gruppenweise Unterschiede ergaben, möglichst mitzuberücksichtigen. Damit steht im Zusammenhange, daß ich es einstweilen vorziehe, im System möglichst zu scheiden und zu unterscheiden, und daß ich die Frage der Deszendenz so streng als möglich auffasse.

Anoplotheriidae.

Mixtotherium Mezi n. sp.[2]).

Taf. I [XVII], Fig. 9.

Ein einzelner linker M_3 von recht befriedigendem Erhaltungszustand entfernt sich weit von den bisher beschriebenen Formen, schon durch seinen ungemein schiefen Umriß, der zu dem fast quadratischen Grundriß des M^3 bei jenen wenig stimmt.

1) Beiträge. pag. 165.

2) Ich benenne die Form nach Herrn Gustav Mez in Cairo, dem die Stuttgarter Sammlung das wertvolle neue Material verdankt.

Die Breite der Vorderhälfte übertrifft die Länge des Zahnes wesentlich, indem das stark und selbständig entwickelte Parastyl sich weit nach außen vorbaut. Auch der vordere Außenhügel, den ein sehr kräftiger Mittelkiel verstärkt, steht weit draußen, da er gar nicht nach innen neigt, vielmehr innen und außen gleich steil abfällt. Dadurch wird reichlich Platz frei für einen relativ bedeutenden und selbständigen vorderen Zwischenhügel. Der vordere Innenhügel fällt, ebenso wie der Zwischenhügel, nach vorn viel steiler ab, als nach hinten gegen das sich nach vorn stark ausweitende Quertal.

Das Mesostyl zeigt, von der Kaufläche gesehen, wenig von seiner äußeren Wölbung. Es ist scharf gekniffen, doch ist eine Mittelfirst nur angedeutet. Von ihm schiebt sich der nicht gekielte hintere Außenhügel weit nach innen, sehr unsymmetrisch, mit schiefem Außenhang und steiler Innenseite. Die Spitze des Metaconus sinkt so fast auf das Niveau des vorderen Zwischenhügels, des Protoconulus, zurück. Das Metastyl ist für einen Schlußmolar recht gering entwickelt, es quillt jedoch ganz deutlich nach hinten gerundet vor und zeigt auf der Unterseite auch den Ansatz zu einer besonderen Wurzel. Dazu kommt, zum Beweise, daß man es tatsächlich nur mit einem M^3 zu tun haben kann, das Fehlen jeder Berührungsusur auf der Hinterseite, während eine solche vorn, gegen den M^2, deutlich zu sehen ist.

Die beiden Innenhügel stehen mit ihren Spitzen zwar etwa auf gleicher Höhe, der Hypokon eher weiter außen als der Protokon. Aber ihr Außenhang zeigt ähnliche Differenzen, wie bei den Außenhügeln. Der Protokon ist, soweit die Abkauung noch erkennen läßt, breit und kräftig gekielt, der Hypokon kaum spurweis.

Der Zwischenhügel, für den, wie schon angedeutet, durch die ganze Anlage des Zahnes viel Raum vorhanden ist, ist stark und selbständig ausgebildet, wenn er auch dem Protokon sich näher anschließt, als dem Parakon.

Schmelzskulptur ist sehr mäßig entwickelt. Sie erinnert in ihrer Unregelmäßigkeit einigermaßen an *Brachyodus Gorringei*, ist aber viel feiner und undeutlicher. Auch Perikymatien sind stellenweise angedeutet zu erkennen.

Das wohlentwickelte, nur am hinteren Innenhügel sehr eng angedrückte Basalband sowie die Kanten der Hügel, soweit sie von der Abkauung verschont sind, erscheinen ziemlich einfach.

Die Maße sind:

Länge außen	22,6 mm	Breite vorn	25,1 mm
„ innen	18 „	„ mitten	21,1 „
		„ hinten	13 „

Es ist, wie schon betont, von vornherein sicher, daß dieser auffallend geformte Zahn schon nach seinem Umriß mit der Sippe *Aucodon-Brachyodus* und überhaupt mit den selenodonten Anthracotheriiden nichts zu tun haben kann, trotzdem die brachyodonte, semiselenodonte Entwicklung seiner Krone ziemlich genau auf dem Niveau gerade der ägyptischen Formen dieses Kreises angelangt ist. Auch bei anderen oligocänen Artiodactylen, die etwa noch in Frage kommen könnten, suchen wir vergebens nach Anknüpfung.

Unter den eocänen Formen dagegen, die vor allem durch Stehlins kritische Bearbeitung jetzt so trefflich gesichtet vor uns liegen, zeigt eine ganze Gruppe, die Gattung *Mixtotherium*, enge Beziehungen zu unserer Form, die wohl nur als ein mehrfach modernisierter Spätling des bisher als im Eocän erloschen erscheinenden Geschlechtes angesehen werden kann. Hier allein treffen wir wenigstens die hervorstechenden Charakterzüge des Grundplanes und der so ungleichmäßigen Entwicklung vor allem des äußeren Hügelpaares in ganz analoger Entfaltung vorgebildet.

Allerdings erscheinen die Zähne der eocänen Mixtotherien im ganzen mehr keilförmig, als unser Stück, bei dem die innere Hinterecke mehr vorspringt. Ferner ist der Zwischenhügel bei ihnen nicht so voluminös und nicht so selbständig abgetrennt, wie bei unserer Form. Endlich sind die Zähne ganz glatt, wenigstens wird von Schmelzskulptur nichts erwähnt; dazu besitzen sie nicht entfernt die starke Entwicklung des Basalbandes, wie wir sie oben feststellten. Dieses zieht bei unserem M^3 auch nicht, vom hinteren Innenhügel kommend, zur Spitze des vorderen hinauf, wie bei jenen; eine kaum angedeutete stumpfe Kante erinnert allein an diese Besonderheit. Das Basalband umzieht dagegen bei unserem Zahn breit und selbständig die vordere Innenspitze und die ganze Vorderseite des Zahnes bis zu dem so kräftig fast wie eine Hauptspitze auftretenden Parastyl.

Unter diesen Abweichungen von den eocänen Formen wäre die erste, der viereckige Umriß im Gegensatz zum keilförmigen, nach Stehlins neueren Aeußerungen [1]) über die Metamorphose der Maxillarmolaren ohne weiteres als der im Oligocän zu erwartende, fortgeschrittenere Zustand anzusehen. Sonst fällt wohl die starke Ausbildung des Protoconulus am meisten ins Gewicht. Aber gerade in diesem Punkte herrscht bei den nach Stehlin sicher mehrstämmigen eocänen Mixtotherien keine Uebereinstimmung. Die ältesten Glieder der Gruppe, so *Mixt. priscum* Stehl., haben auffallend schwach angedeutete Zwischenhügel, die späteren eine etwas stärkere und selbständigere Entwicklung derselben.

Die eocänen *Mixtotherium* zeigen demnach dieselbe Tendenz zu stärkerer und selbständigerer Entwicklung der Zwischenhügel, wie sie, nach Stehlins reichem Abbildungsmaterial zu urteilen, auch bei *Catodontherium* und *Dacrytherium* angedeutet ist. Wir haben also mit einer gewissen Einschränkung das développement inadaptif M. Pavlows vor uns, das wir oben (S. 89 [241]) und weiterhin (S. 90 [242]) in eine gewisse Beziehung gesetzt haben zu den gesteigerten Anforderungen, die an das Gebiß der großen Mehrzahl der eocänen Paarhufer herantraten. Die Einschränkung besteht in dem Verzicht auf die vierhügelige Ausgangsform. Die ältesten vorkommenden Molaren, von denen man in diesem Zusammenhange reden darf, sind nie vierhügelig, sondern besitzen mindestens einen angedeuteten Protoconulus, gerade wie anderseits die bis jetzt bekannten altertümlichen Ausgangsformen in denjenigen Stämmen, deren Molaren sich dann vierhügelig modernisieren, um nur europäische zu nennen, bei *Tapirulus* und *Haplomeryx* [2]) sowie *Paragelocus* [3]).

Dieselbe Art des développement inadaptif, wie sie *Catodontherium* angedeutet zeigt, ist ja bei den eocänen Ahnen der Anthracotheriiden und Anoplotheriiden wohl ganz allgemein vorauszusetzen. Unsere Form repräsentiert aber doch unter den letzteren ein ganz ungewöhnliches Extrem der Zwischenhügelentfaltung, das außerdem unter den Anoplotheriiden mit mäßig entwickeltem, dem Protokon fast auf der Vorderseite angeklebten Protokonulus nicht nur dem Volum, sondern auch der Stellung nach einen besonderen Fall darstellt.

Ist nun die Form tatsächlich ein *Mixtotherium* und auf einen der Stämme des europäischen Eocän zurückzuführen, die nicht einmal bis zum Horizonte von Frohnstetten hinaufgehen, so zeigt sie uns das Weiterbestehen eines Phylum, das in Europa die große Faunenscheide vor der oligocänen Einwanderung [4]) nicht erreichte, geschweige denn überschritt, in Afrika jenseits derselben, wenn sonst die jetzt gewöhnlich angenommene Altersbestimmung der Fajum-Schichten zu Recht besteht.

1) Schweiz. Eoc. VI. pag. 1135 ff.
2) Stehlin, Schweiz. Eoc.
3) Schlosser, Bohnerz. pag. 65. t. 4 (9) f. 2, 5, 6.
4) Stehlin, Remarques. pag. 504.

Man könnte zweifelhaft sein, ob nicht dem so stark weiterentwickelten oligocänen Typus des Fajum ein eigener Gattungsname gebührt. Ich verzichte darauf, solange von der neuen Form nicht mehr vorliegt, als ein einzelner Molar, vor allem, solange nicht die Prämolaren bekannt sind, unter denen ja P^4 bei *Mixtotherium* so charakteristisch entwickelt ist.

Zitierte Schriften.

Autor	Jahr	Titel	Abgekürzt
Abel, O.	1912	Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere.	Paläobiologie
Andrews, C. W.	1899	Fossil Mammals from Egypt. — Geological Magazine. N. S. Dec. 4. Vol. 6. pag. 481—484.	Foss. Mamm.
—	1906	A descriptive Catalogue of the tertiary vertebrata of the Fayum, Egypt. — Brit. Mus. (Nat. Hist.).	Catalogue
Behlen, H.	1906—07	Ueber das Milchgebiß der Paarhufer. Jahrb. Nass. V. f. Naturkunde. Bd. 59 —60.	Milchgebiß
Cuvier, G.	1834—36	Recherches sur les ossements fossiles. 4. Éd.	Oss. foss.
Depéret, G.	1895	Ueber die Fauna von Wirbeltieren aus der ersten Mediterranstufe von Eggenburg. Sitzungsber. Wien. Akad. nat. Kl. Bd. 104. Abt. I.	Eggenb.
—	1902	Les vertébrés oligocènes de Pyrimont-Challonges (Savoie). Abh. Schweiz. paläont. Ges. Bd. 29.	Pyrimont
—	1906	Los vertebrados del oligoceno inferior de Tarrega. Mem. Ac. Ciencias y Artes. Barcelona. T. 5. pag. 21.	Tarrega
—	1907	Les transformations du monde animal. Bibliothèque de Philosoph. scientifique.	Transform.
—	1908	L'histoire géologique et la phylogénie des Anthracothéridés. Compt. rend. T. 146. pag. 158 ff.	Hist. géol.
Filhol, M. H.	1876—77	Recherches sur les phosphorites du Quercy etc. Ann. Sc. géol. T. 7—8.	Quercy
—	1881	Étude sur les mammifères fossiles de Ronzon (Haute Loire). Ann. Science géol. T. 12.	Ronzon
Gervais, P.	1859	Zoologie et paléontologie françaises.	Z. et P. franç.
Kinkelin, F.	1884	Ueber Fossilien aus Braunkohlen der Umgebung von Frankfurt a. M. Ber. Senckenb. Nat. Ges. Bd. 15.	Fossilien
Kowalevsky, W.	1873	On the Osteology of the Hyopotamidae. Philos. Trans. Roy. Soc. London. Vol. 163. pag. 19—94. t. 35—40.	Hyop.
—	1873	Monographie der Gattung *Anthracotherium* Cuv. etc. Palaeontographica. N. F. II. 3 (22).	Anthrac.
Lydekker, R.	1883	Siwalik Selenodont Suinae etc. Palaeontologia Indica. Sect. 10. Vol. 2 Fasc. 5.	Siwalik
—	1885	Catalogue of the Fossil Mammalia in the British Mus. (Nat. Hist.) Vol. 2	Catalogue
Marsh, O.	1894	A new miocene Mammal. Amer. Journ. of Science.	New Mamm.
Matthew, W. D.	1909	Observations upon the Genus *Ancodon*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. Vol. 26. I.	Observ.
Mayet, L.	1908	Étude des mammifères des sables de l'Orléannais et des faluns de la Touraine. Ann. Univ. Lyon. N. S. T. 1. pag. 24.	Étude
Meyer, H. v.	1854	*Anthracotherium dalmatinum* aus der Braunkohle des Monte Promina in Dalmatien. Palaeontographica. Vol. 4.	Anthrac.
Osborn, H. F. a. Wortman, J. L.	1894	Fossil Mammals of the lower miocene White River beds. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. Vol. 6.	Foss. Mamm.
Osborn, H. F.	1906	The Causes of Extinction of Mammalia. The Amer. Nat. Vol. 40. No. 479 —480.	Causes
—	1908	New fossil Mammals from the Fayûm Oligocene, Egypt. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. Vol. 24. Art. 16.	New Foss.
Pavlow, M.	1900	Étude sur l'histoire paléontologique des Ongulés. VII. Artiodactyles anciens. Bull. Soc. Impér. Nat. Moscou. N. S. T. 14.	Ongulés
Preiswerk, G.	1895	Beiträge zur Kenntnis der Schmelzstruktur bei Säugetieren.	Schmelzstruktur
Roman, F. et Fliche, M.	1907	Le néogène continental dans la basse vallée du Tage. Service géol. du Portugal.	Néog. cont.
Schlosser, M.	1886	Beiträge zur Kenntnis der Stammesgeschichte der Huftiere. Morphol. Jahrb. Bd. 12.	Huftiere

Autor	Jahr	Titel	Abgekürzt
Schlosser, M.	1902	Beiträge zur Kenntnis der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Geol. u. Paläont. Abh. N. F. Bd. 5 (9). Heft 3.	Bohnerz
—	1911	Beiträge zur Kenntnis der oligocänen Landsäugetiere aus dem Fayum (Aegypten). Beitr. Paläont. u. Geol. Oesterr.-Ung. u. d. Orients. Bd. 24.	Fayum
Scott, W. B.	1894	The Manus of *Hyopotamus*. Amer. Naturalist. Vol. 5.	Manus
—	1894	Structure and Relationships of *Ancodus*. Journ. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. Vol. 9. pag. 461–497. t. 23.	Struct. a. Relat.
Stehlin, H. G.	1903—10	Die Säugetiere des schweizerischen Eocäns. Schweiz. Paläont. Ges. Bd. 30—36.	Schweiz. Eoc.
—	1909	Remarques sur les mammifères éocènes et oligocènes du bassin de Paris. Bull. Soc. Géol. France. T. 4. No. 9.	Remarques
—	1910	Zur Revision der europäischen Anthracotherien. Verh. Naturhist. Ges. Basel. Bd. 21.	Revision
Teller, F.	1884	Neue Anthracotherienreste aus Südsteiermark und Dalmatien. Beitr. Pal. Oesterr.-Ung. und des Orients. Bd. 4.	Neue Anthrac.
Weber, M.	1904	Die Säugetiere.	Säugetiere
Zittel, K. v.	1911	Grundzüge der Paläontologie. 2. Aufl.	Grundzüge

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

Anthracotheriidae.

Rhagatherium aegyptiacum 4

Brachyodus 4

Vorbemerkungen 5

Beschreibungen:

I. Bezahnung und Kopfskelett 6

A. Oberkiefer 6

B. Fraasi S. 6. — *B. Gorringei* S. 12. — *B. rugulosus* S. 13. — *B. Andrewsi* S. 16. — *B. parvus* S. 17.

B. Schädelreste 19

B. Gorringei S. 20. — *B. Fraasi* S. 21. — *B. parvus* S. 24.

C. Unterkiefer 26

B. Gorringei S. 26. — *B. Fraasi* S. 34. — *B. rugulosus* S. 38. — *B. Andrewsi* S. 41. — *B. parvus* S. 43.

II. Skelett des Rumpfes und der Gliedmaßen 46

A. Wirbelsäule 47

B. Schultergürtel und Vordergliedmaßen 47

Scapula S. 47. — Humerus S. 48. — Radius S. 50. — Ulna S. 51. — Handwurzel S. 52. — Mittelhand S. 61. — Die Hand im ganzen S. 65.

C. Beckengürtel und Hintergliedmaßen 66

Becken S. 66. — Femur S. 66. — Patella S. 69. — Tibia 69. — Fibula S. 71. — Fußwurzel S. 71. — Mittelfuß S. 79. — Der Fuß im ganzen S. 83. — Phalangen S. 85.

Zusammenfassende Bemerkungen:

Zähne 87

Obere Molaren S. 87. — Untere Molaren 95. — Prämolaren 97. — Antemolare Region S. 97. — Milchbezahnung S. 98. — Schmelzskulptur S. 99.

Schädel 99

Rumpf- und Gliedmaßen 103

Taxonomisches 104

Anoplotheriidae.

Mixtotherium Mezi 107

Zitierte Schriften 110

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 4244

Erklärung der Tafel I [XVII].

NB. Infolge eines Versehens sind die Abbildungen aller 9 Tafeln etwa um ein Zehntel zu groß ausgefallen.

Sämtliche Stücke ohne nähere Angaben liegen im Stuttgarter Naturalienkabinett.

Fig. 1, 6–8 *Brachyodus Gorringei* Andr., **Hirnschädel**; 1 Dorsalseite, 6 Ventralseite, 7 rechte Profilseite, 8 Hinterseite. S. 20 [172]. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 2–5. *B. parvus* Andr., **Hirnschädel**; dieselben Ansichten. S. 24 [176]. $^1/_2$ nat. Gr.

Buchstaben zu Fig. 1–8.

a ventrale Ansätze der Occipitalschuppe
b Basioccipitale
bs Basisphenoid
bty Bulla tympanica
c Condylus occipitalis
cd Foramen condyloideum
cf Crista frontalis
cr „ sagittalis
ct „ temporalis
e Foramen ethmoideum
f Frontale
fc Fossa condyloidea
fe „ exoccipitalis
fg Foramen glenoideum
fn Fossa nuchalis
gl „ glenoidea
h Sehnenhöcker des Basioccipitale
ic Incisura intercondylea
it Crista infratemporalis
la Foramen lacerum anterius
lp „ „ posterius
m Foramen magnum
n Nackenkamm
o äußere Ohröffnung
or Orbita
ot Crista orbitotemporalis
ov Foramen ovale
p Parietale
pg Processus postglenoideus
po „ postorbitalis
pp „ paroccipitalis
ps Praesphenoideum
pt Processus posttympanicus
s Sulcus frontalis
sq Schläfenbeinschuppe
st Foramen stylomastoideum
su „ supraorbitale
su, untere Oeffnung desselben
ty Tympanicum
vd Canalis Vidianus
z Processus zygomaticus des Temporale

Fig. 9. *Mixtotherium Mezi* M. S., rechter $\mathbf{M}^3$. S. 107 [259]. Nat. Gr.

Fig. 10, 11. *Brachyodus Andrewsi* M. S., rechter $\mathbf{P}^4$; 10 von der Vorderseite, 11 von der Kaufläche. S. 16 [168]. Nat. Gr.

Fig. 12. *B. Andrewsi* M. S., linker $\mathbf{M}^2$. S. 16 [168]. Nat. Gr.

Fig. 13. *B. Fraasi* M. S., linker **Mandibel**ast eines sehr alten Tieres mit P_2–M_3. S. 34 [186]. $^1/_2$ nat. Gr.

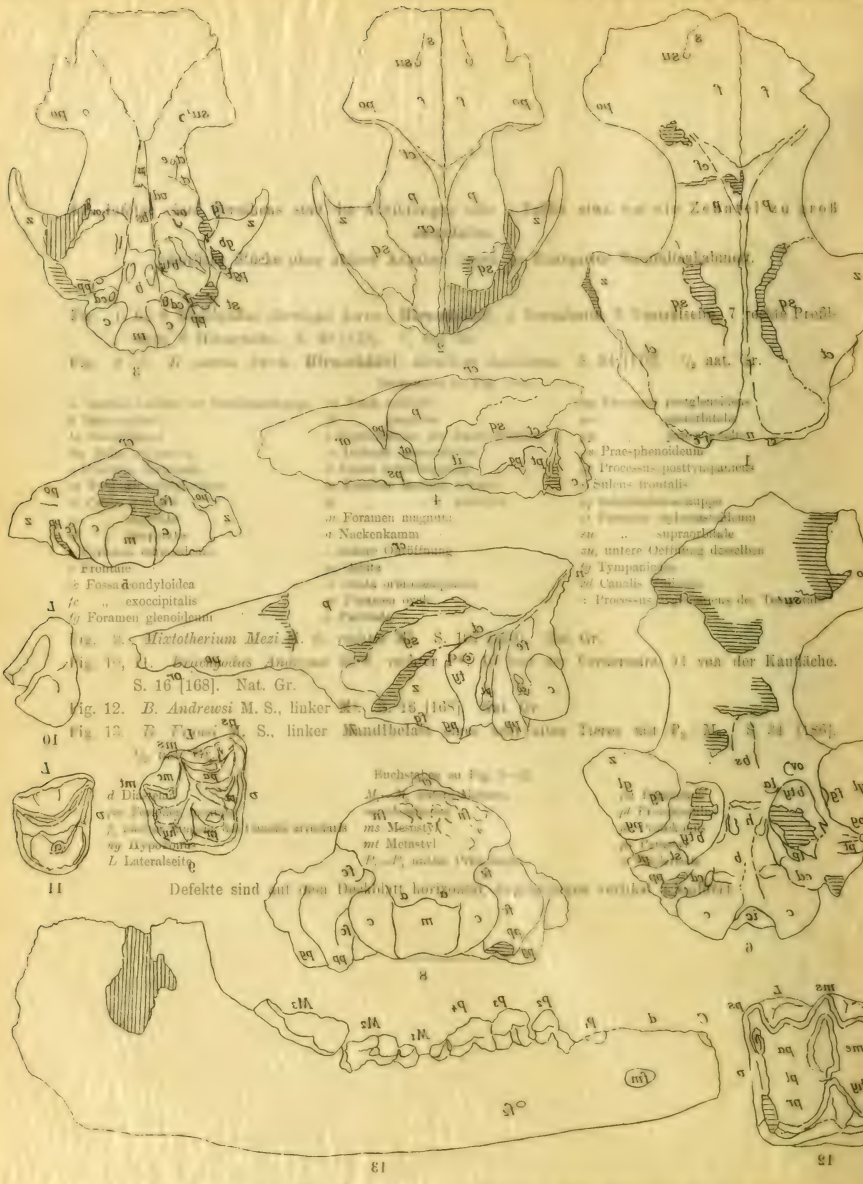
Buchstaben zu Fig. 9–13.

d Diastema
fm Foramen mentale
f_2 zweiter Eingang des Canalis alveolaris
hy Hypokonus
L Lateralseite
M_1–M_3 untere Molaren
me Metakonus
ms Mesostyl
mt Metastyl
P_1–P_4 untere Prämolaren
pa Parakonus
pl Protokonulus
pr Protokonus
ps Parastyl
v Vorderseite

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal, Ergänzungen vertikal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI, (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XVII.

Aut. phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Weiss, Lith., Jena.


Zehnteil zu groß
Prof.
nat. Gr.
Praesphenoideum
Processus postrympanicus
Sulcus frontalis
Foramen magnum
Nackenkamm
Frontale
Fossa condyloidea
exoccipitalis
Foramen glenoideum
supraorbitale
untere Oeffnung desselben
Tympanicum
Canalis
Processus
Mixtotherium Mezi
S. 16 [168]. Nat. Gr.
Fig. 12. B. Andrewsi M. S., linker
Fig. 13. B. Fayusi M. S., linker Mandibelast
Buchstaben zu Fig.
Hypoconus
Lateralseite
Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal
Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XVI.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel II [XVIII].

Fig. 1. *Brachyodus Fraasi* M. S., **Schädel** im British Museum (10186), von rechts. S. 23 [175]. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 2, 3. *B. Fraasi* M. S., **Schädel** in Stuttgart; 2 von unten, 3 von rechts. S. 21 [173]. $^1/_2$ nat. Gr.

Buchstaben zu Fig. 1—3.

b Basioccipitale
bs Basisphenoid
bty Bulla tympanica
c Condylus occipitalis
cm Massetercrista
ct Crista temporalis
f Frontale
fc Fossa exoccipitalis
fp Foramen palatinum
j Jugale
m Foramen magnum
mx Maxillare
n Nackenkamm
na Nasale
o äußere Ohröffnung
or Orbita
ov Foramen ovale
p Parietale
pg Processus postglenoideus
pl Palatinum
po Processus postorbitalis
ps Präsphenoid
sp Sulcus palatinus
t Tuber malare
ty Tympanicum
vd Canalis Vidianus
vc Wangengrube
x Processus zygomaticus des Temporale
xm dto. des Maxillare

Fig. 4. *B. Fraasi* M. S., linker M^3, etwas beschädigt. S. 6 [158[. Nat. Gr.

Fig. 5, 6. *B. Fraasi* M. S., rechter M^2; 5 vordere Profilansicht, 6 Kaufläche. S. 8 [160]. Nat. Gr.

Fig. 7. *B. Fraasi* M. S., fast fertiger Keim eines rechten M^3. S. 8 [160]. Nat. Gr.

Fig. 8, 9. *B. Gorringei* Andr., linker M^3; 8 Kaufläche, 9 laterales Profil. S. 21 [164]. Nat. Gr.

Buchstaben zu Fig. 4—9.

hy Hypokonus
L Lateralseite
me Metakonus
ms Mesostyl
mt Metastyl
pa Parakonus
pl Protokonulus
pr Protokonus
ps Parastyl
st Stützfalte im hinteren Außenhalbmond
v Vorderseite

< 1 usw. Maßstrecken s. S. 9 [161].

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI, (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XVIII.

Ant. phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Weise, Lith., Jena.

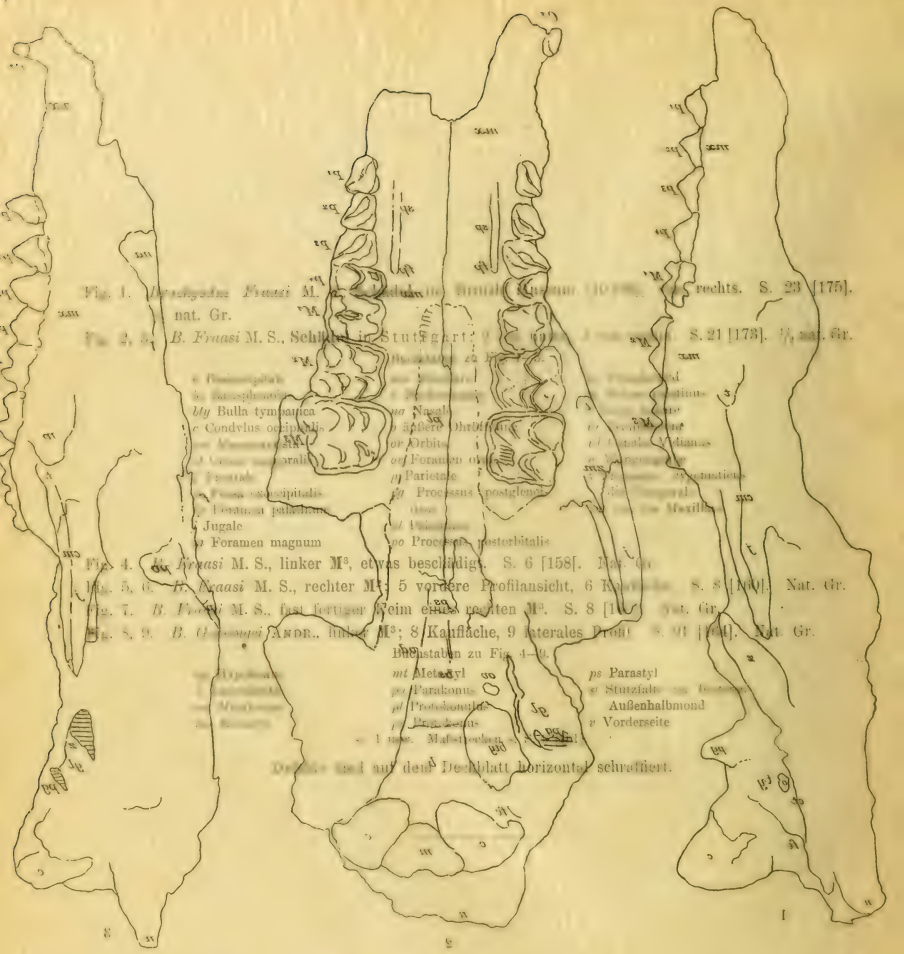


Fig. 1. *B. Fraasi* M. S., [illegible] rechts. S. 23 [175]. nat. Gr.

Fig. 2, 3. *B. Fraasi* M. S., Schädel in Stuttgart. [illegible] S. 21 [173]. ½ nat. Gr.

[illegible]

bly Bulla tympanica
c Condylus occipitalis
[illegible]
[illegible]
[illegible] occipitalis
[illegible] Foramen palatinum
[illegible] Jugale
n Foramen magnum

na Nasale
o äußere Ohröffnung
or Orbita
ov Foramen ovale
pa Parietale
pp Processus postglenoidalis
[illegible]
pd Paradicus
po Processus posterbitalis

[illegible] Maxillare

Fig. 4. *B. Fraasi* M. S., linker M³, etwas beschädigt. S. 6 [158]. Nat. Gr.

Fig. 5, 6. *B. Fraasi* M. S., rechter M³: 5 vordere Profilansicht, 6 [illegible] S. 8 [160]. Nat. Gr.

Fig. 7. *B. Fraasi* M. S., fast fertiger Keim eines rechten M³. S. 8 [160]. Nat. Gr.

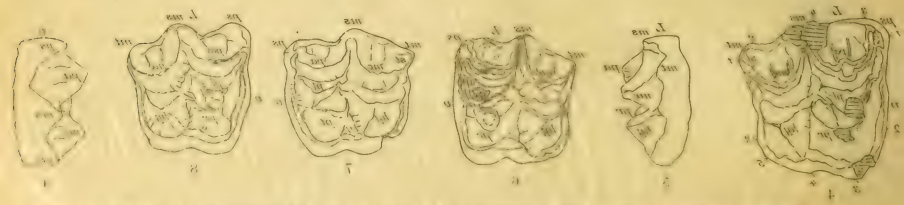
Fig. 8, 9. *B. Gaudryi* Andr., linker M³; 8 Kaufläche, 9 laterales Profil. S. 91 [164]. Nat. Gr.

Buchstaben zu Fig. 4—9.

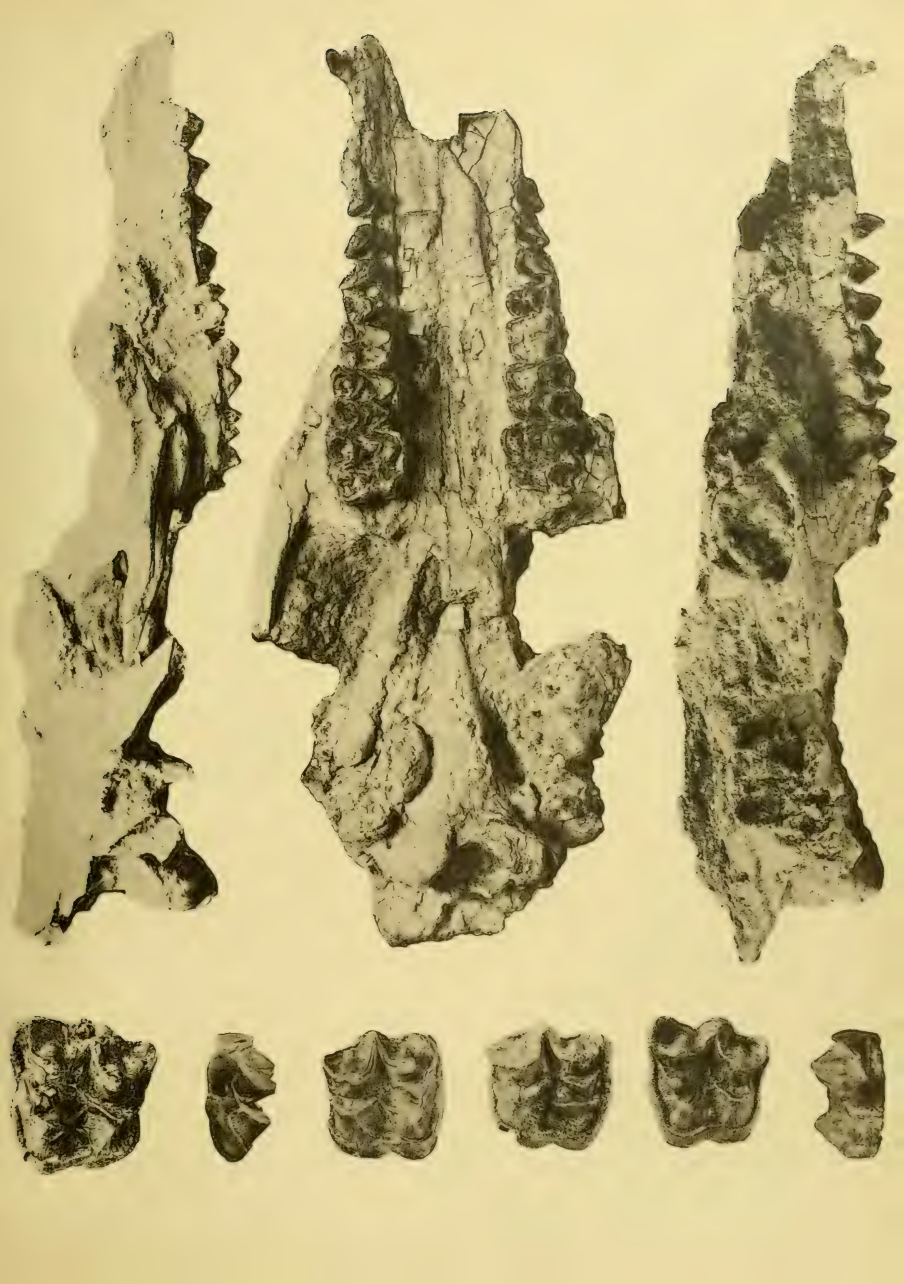
mt Metastyl
pa Parakonus
pl Protokonulus
pr Praekonus
[illegible]

ps Parastyl
st Stützfalte [illegible]
Außenhalbmond
v Vorderseite

[illegible] auf dem Deckblatt horizontal schraffiert.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.



Erklärung der Tafel III [XIX].

Fig. 1. *Brachyodus Fraasi* M. S., linker M^1. S. 9 [161].

Fig. 2—4. *B. Fraasi* M. S., rechter P^1: 2 lateral, 3 von der Kaufläche, 4 medial. S. 10 [162].

Fig. 5. *B. Fraasi* M. S., linke **Prämolaren** und **Molaren** in situ; vom Schädel Taf. II [XVIII], Fig. 1, London B. M. N. H. No. 10186. S. 10 [162].

Fig. 6. *B. parvus* ANDR., linker M^1. S. 18 [170].

Fig. 7, 8. *B. parvus* ANDR., linker P^4. S. 19 [171].

Fig. 9. *B. parvus* ANDR., rechter D^4. S. 19 [171].

Fig. 10. *Diplobune Quercyi* FILH., linke D^4—M^2. S. 19 [171]. München.

Fig. 11, 12. *Brachyodus rugulosus* M. S., linker M^2—M^3. S. 14 [166].

Fig. 13. *B. Andrewsi* M. S., rechter I_1. S. 41 [193].

Fig. 14, 15. *B. Andrewsi* M. S., rechter M_3; 14 von der Kaufläche, 15 lateral. S. 41 [193].

Fig. 16—18. *B. Andrewsi* M. S., rechter D_4; 16 lateral, 17 medial, 18 von der Kaufläche. S. 42 [194].

Fig. 19. *B. Gorringei* ANDR., linker P_1, Medialseite. S. 32 [184]. Basel (s. Taf. IV [XX], Fig. 2).

Fig. 20—22. *B. parvus* ANDR., rechter M_3; 20 lateral, 21 medial, 22 von der Kaufläche. S. 44 [196].

Fig. 23—25. *B. Gorringei* ANDR., linker M_1—M_3; 23 von der Kaufläche, 24 lateral, 25 medial. S. 29 [181].

Fig. 26. *B. rugulosus* M. S., rechte M_2—M_3, mediale Ansicht. S. 39 [191].

Fig. 27—28. *B. rugulosus* M. S., linke P_3—M_1; 27 von der Kaufläche, 28 medial. S. 40 [192]. München.

Fig. 29. *B. Fraasi* M. S., linke P_2—P_3, medial gesehen. S. 36 [188].

Fig. 30—32. *B. Fraasi* M. S., rechter P_4; 30 medial, 31 lateral, 32 von der Kaufläche. S. 36 [188].

Fig. 33—35. cf. *B. Fraasi* M. S.?, rechter P_3; 33 lateral, 34 medial, 35 von der Kaufläche. S. 36 [188].

Fig. 36—38. *B. parvus* ANDR., linke D_2—M_1; 36 medial, 37 von der Kaufläche, 38 lateral. S. 45 [197].

Fig. 39. *B. Gorringei* ANDR., linker D_2—M_1, laterale Ansicht. S. 33 [185].

Alle Figuren in natürlicher Größe.

Buchstaben:

atg äußere Talonidgrube
b Basalband
D Milchzahn
fm Foramen mentale
f_2 zweiter Eingang des Alveolarkanals
ha hinterer Außenhügel
hi „ Innenhügel
hy Hypokon
ig Innengrube
itg innere Talonidgrube
L Lateralseite
M Molaren
me Metakon
ms Mesostyl
mt Metastyl
P Prämolaren
p lateraler Mittelpfeiler eines D_4
pa Parakon
pl Protokonulus
pr Protokon
ps Parastyl
v Vorderseite
va vorderer Außenhügel
vi „ Innenhügel
III dritter Abschnitt des M_3

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XIX.

Aut. phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Weise, Lith., Jena.

Fig. 1. *Brachyodus Fraasi* M. S., linker M^1. S. 9 [161].

Fig. 2. *B. Fraasi* M. S., rechter P^1; [illegible] Kaufläche, medial. S. 10 [162].

Fig. 5. *B. Fraasi* M. S., linke Prämolaren und Molaren [illegible] Taf. XVIII], Fig. 9.

Fig. 6. *B. parvus* ANDR., linker M^1. S. 18 [170].

Fig. 7. *B. parvus* ANDR., linker P^4. S. 19 [171].

Fig. 9. *B. parvus* ANDR., rechter D^4. S. [illegible]

Fig. 10. *Diplobune Quercyi* FILH., linke D_3—M_3 [illegible] Milchgebiß.

Fig. 12. *Brachyodus Fraasi* M. S., linker M_3 [illegible] 166].

Fig. 13. *D. Quercyi* M. S., rechter [illegible] S. 41 [193].

Fig. 14. *B. Andrewsi* M. S., rechter M_1; 14 [illegible] Kaufläche. 15 [illegible] S. 41 [193].

Fig. 16. *B. Andrewsi* M. S., rechter D_4; 16 [illegible] 17 medial. 18 von der Kaufläche. S. 42 [194].

Fig. 19. *B. Gorringei* ANDR., linker P_4. Medialseite. [illegible] [184]. [illegible] Taf. [illegible] [XX], Fig. 2).

Fig. 20—22. *B. parvus* ANDR., rechter [illegible] 20 lateral. [illegible]

Fig. 24—25. *B. Gorringei* ANDR., linker [illegible] M_3; 25 [illegible]

Fig. 26. *B. rugulosus* M. S., rechte M_2—M_3, mediale Ansicht. [illegible]

Fig. 27—28. *B. rugulosus* M. S., linke P_4—M_3; 27 [illegible] Kaufläche, 28 lateral. S. 40 [192]. München.

Fig. 29. *B. Fraasi* M. S., linke P_3—P_4, mediale Ansicht. [illegible] [188].

Fig. 30—32. *B. Fraasi* M. S., rechter P_3; 30 medial. [illegible] lateral. 32 von der Kaufläche. S. 36 [188].

Fig. 33. cf. *B. Fraasi* M. S., rechter P_3; 33 lateral, [illegible] Kaufläche. S. 36 [188].

Fig. 36—38. *B. parvus* ANDR., linke P_4—M_1; 36 medial, 37 von der Kaufläche, 38 lateral. S. 45 [197].

Fig. 39. *B. Gorringei* ANDR., linker D_4—M_1, laterale Ansicht. S. 33 [185].

[illegible] natürlicher Größe.

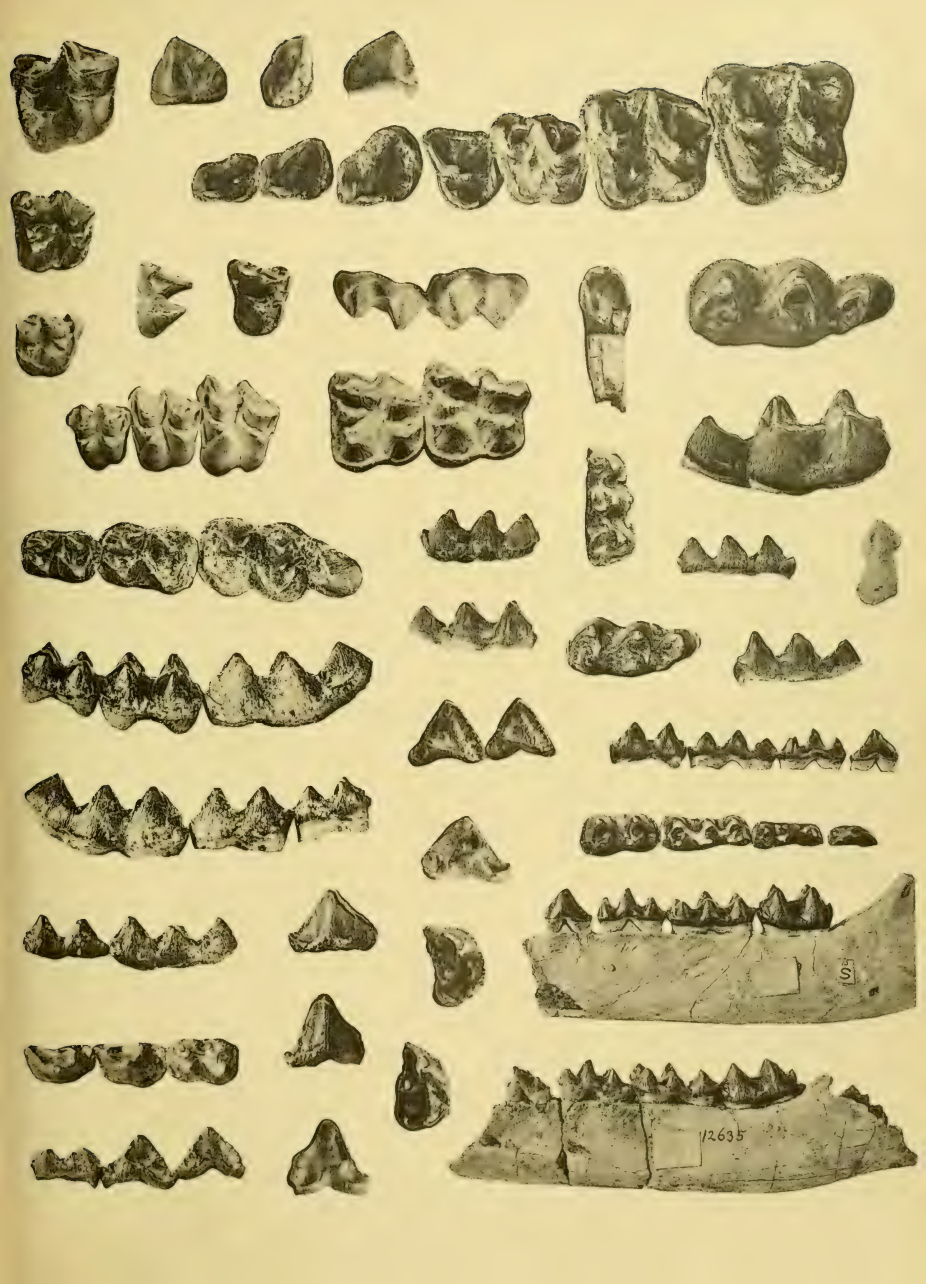
a äußere Talonidgrube
b Innenband
b' Medianband
c [illegible]
ha hinterer Außenhügel
ii [illegible]
ig innere Talonidgrube
l Lateralseite
M Molarm
me Metaconid
ms Mesostylid
mt Metastylid
p Protoconid
pa Paraconus
pe Paracristid
pl Protoconulus
pr Protoconid
ra [illegible]
ri [illegible] Außenhügel
III dritter Abschnitt des M_3

Buchstaben.

Defekte sind auf dem Deckblatt [illegible]

Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. VI (der ganzen Reihe Bd. XX).

Verlag von Gustav Fischer in Jena.


12635

Erklärung der Tafel IV [XX].

Fig. 1. *Brachyodus Gorringei* ANDR. ♀?, rechter **Mandibel**ast mit $\mathbf{P_2}$—$\mathbf{M_1}$. S. 28 [180]. Original im Museum in Basel.

Fig. 2. *B. Gorringei* ANDR., linker **Mandibel**ast mit $\mathbf{P_1}$—$\mathbf{M_3}$. S. 32 [184]. Basel.

Fig. 3. *B. Gorringei* ANDR., rechter **Mandibel**ast mit $\mathbf{P_2}$—$\mathbf{M_3}$. S. 27 [179]. Basel.

Fig. 4. *B. Gorringei* ANDR., rechter **Mandibel**ast mit $\mathbf{P_2}$—$\mathbf{M_3}$. S. 27 [179]. Basel.

Fig. 5. *B. rugulosus* M. S., linker **Mandibel**ast mit $\mathbf{M_2}$—$\mathbf{M_3}$. S. 39 [191].

Fig. 6. *B. Gorringei* ANDR., linker **Mandibel**ast mit $\mathbf{P_3}$—$\mathbf{M_4}$. S. 27 [179].

Fig. 7. *B. Fraasi* M. S. juv., rechter **Mandibel**ast mit $\mathbf{D_2}$ (?), $\mathbf{M_2}$—$\mathbf{M_3}$. S. 35 [187].

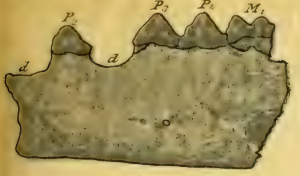
Fig. 8. *B. rugulosus* M. S., linker **Mandibel**ast mit $\mathbf{P_3}$—$\mathbf{M_3}$. S. 38 [190].

Fig. 9. *B. Gorringei* ANDR., ♀, rechter **Mandibel**ast mit $\mathbf{P_2}$—$\mathbf{M_3}$. S. 27 [179].

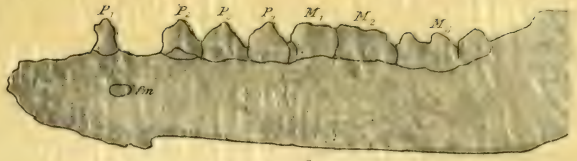
Fig. 10. *B. Fraasi* M. S., rechter **Mandibel**ast mit $\mathbf{P_4}$—$\mathbf{M_3}$. S. 34 [186].

Buchstaben:

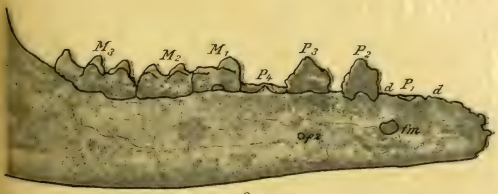
C Canin	*I* Incisiv
D Deciduus	M_1—M_3 Molaren
d Diastema	P_1—P_4 Prämolaren
fm Foramen mentale	*pa* Processus angularis
f_2 zweite Oeffnung des Canalis maxillaris	*pc* „ coronoideus



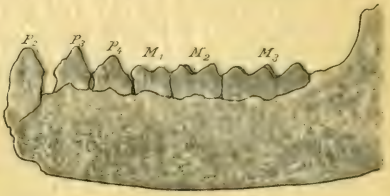
1



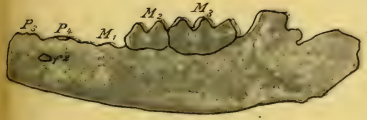
2



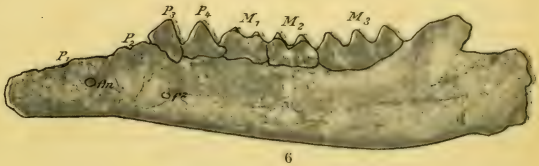
3



4

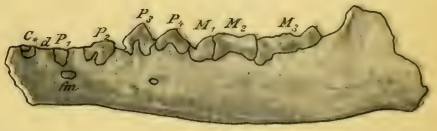


5

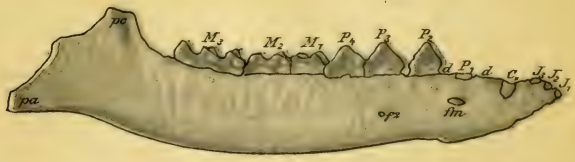


6

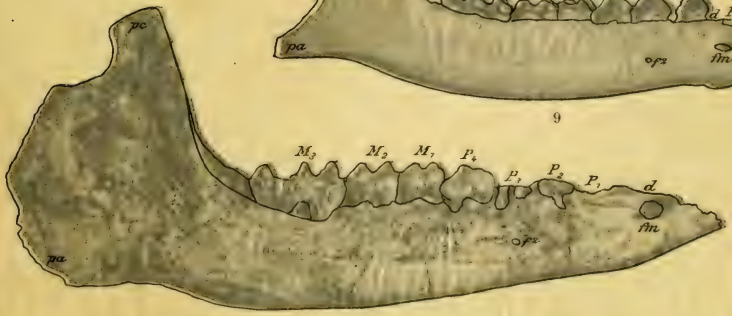
7



8



9



10

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von **E. Koken**, N. F. Bd. XI, (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. IX.

Aut. phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Weise, Lith., Jena.

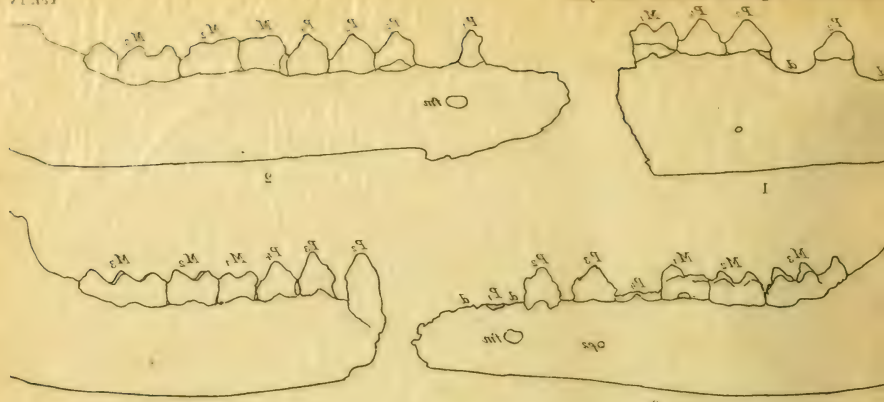


Fig. 1. *Brachyodus Gorringei* ANDR. ♀, rechter **Mandibelast** mit P_1—M_3. S. 38 [180]. Original im Museum in Basel.

Fig. 2. *B. Gorringei* ANDR., linker **Mandibelast** mit P_1—M_3. S. 32 [184]. Basel.

Fig. 3. *B. Gorringei* ANDR., rechter **Mandibelast** mit P_1—M_3. S. 27 [179]. Basel.

Fig. 4. *B. Gorringei* ANDR., rechter **Mandibelast** mit P_2—M_3. S. 27 [179]. Basel.

Fig. 5. *B. rugulosus* M. S., linker **Mandibelast** mit M_2—M_3. S. 38 [191].

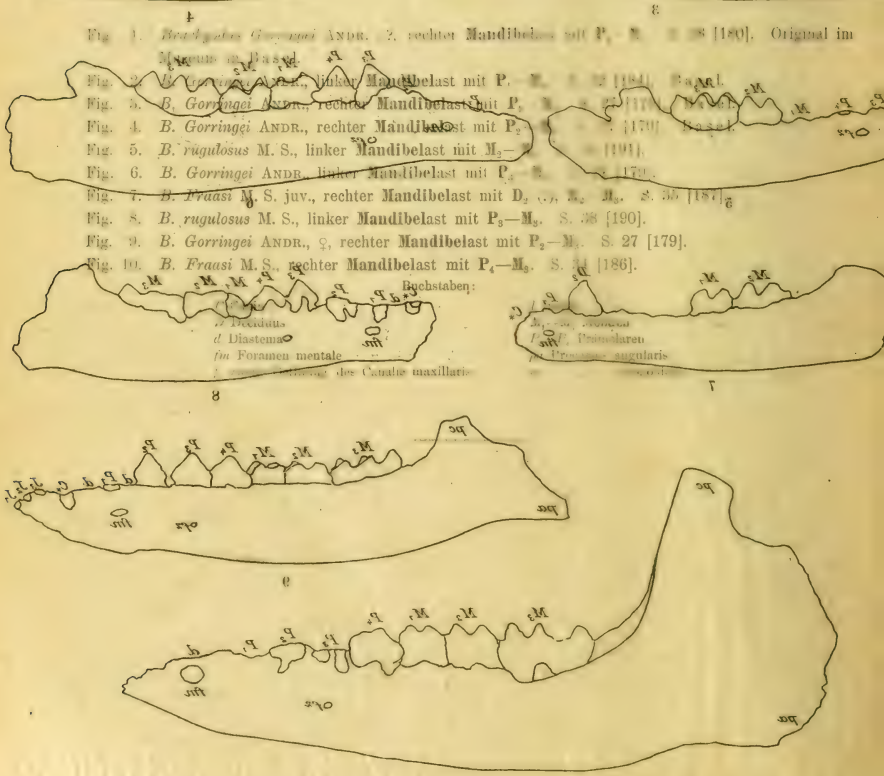
Fig. 6. *B. Gorringei* ANDR., linker **Mandibelast** mit P_3—M_3. S. 27 [179].

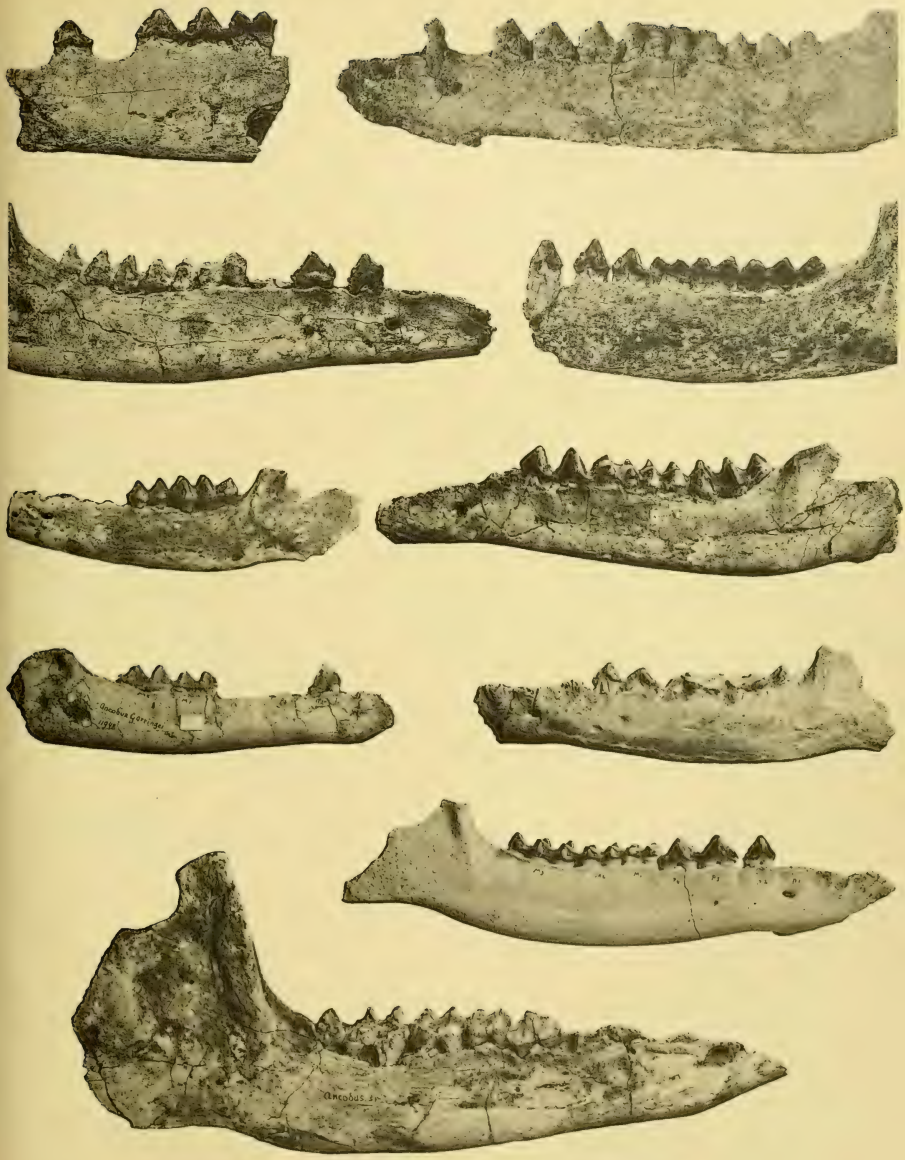
Fig. 7. *B. Fraasi* M. S. juv., rechter **Mandibelast** mit D_2 (?), M_2—M_3. S. 35 [187].

Fig. 8. *B. rugulosus* M. S., linker **Mandibelast** mit P_3—M_3. S. 38 [190].

Fig. 9. *B. Gorringei* ANDR., ♀, rechter **Mandibelast** mit P_2—M_3. S. 27 [179].

Fig. 10. *B. Fraasi* M. S., rechter **Mandibelast** mit P_4—M_3. S. 34 [186].


Buchstaben:
D Deciduus
d Diastema
fm Foramen mentale
[illegible] des Canalis maxillaris
[illegible] Mentalen
[illegible] Prämolaren
pa Processus angularis
[illegible]


Ancodus sp.

Erklärung der Tafel V [XXI].

Fig. 1–3, 11. *Brachyodus rugulosus* M. S., linker **Humerus**: 1 Hinterseite, 2 mediale Ansicht, 3 Vorderseite, 11 proximale Endfläche. S. 48 [200]. $^1/_2$ nat. Gr.

Buchstaben:

b Sulcus bicipitalis	*fo* Fossa olecrani	*s* Foramen supratrochleare
c Caput humeri	*ma* Tuberculum majus	*u* Fläche für die Ulna
ec Ectocondylus	*mi* „ minus	
en Entocondylus	*r* Fläche für den Radius	

Fig. 4, 5. *B. parvus* Andr., linke **Scapula**, glenoidales Ende: 4 laterale, 5 proximale Ansicht. S. 47 [199]. Münchener Staatssammlung.

Fig. 6. *B. Gorringei* Andr., linke **Scapula**, glenoidales Ende; proximale Ansicht. S. 48 [200]. $^1/_2$ nat. Gr. Münchener Sammlung.

Buchstaben: *a* Acromion, *ac* Acetabulum, *b* Tuberculum biccipitale, *c* Processus coracoideus.

Fig. 7, 8. *B. Gorringei* Andr.?, rechte **Ulna**, proximales Ende; 7 laterale, 8 dorsale Ansicht. S. 50 [202]. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 9, 10. *B. Fraasi* M. S., linke **Ulna** mit **Radius**; 9 dorsale, 10 laterale Ansicht. S. 50 [202]. $^1/_3$ nat. Gr.

Buchstaben:

a Processus anconaeus	*p* pyramidenförmige Ecke	S Sehnenfurche am Olecranon
cap Capitulum ulnae	*ps* Processus styloideus (radii)	*si* Spatium interosseum
cs Cavitas sigmoidea	*o* Olecranon	

Fig. 12, 14. *B. Fraasi* M. S., linker **Humerus**, Distalende: 12 distale Endfläche, 14 mediale Seitenansicht. S. 49 [201]. $^1/_2$ nat. Gr. Buchstaben s. Fig. 1—3.

Fig. 13. *B. Gorringei* Andr., rechter **Humerus**, distale Endfläche. S. 49 [201]. $^1/_2$ nat. Gr. Buchstaben s. Fig. 1—3.

Fig. 15–17. *B. Fraasi* M. S., rechter **Radius**, proximales Ende: 15 Endfläche, 16 dorsale, 17 palmare Ansicht. S. 50 [202]. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 18, 19. *B. parvus* Andr., linker **Radius**, proximales Ende; 18 palmare Ansicht, 19 Endfläche. S. 50 [202]. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 20. *B. Gorringei* Andr., linker **Radius**, distale Endfläche. S. 51 [203]. $^1/_2$ nat. Gr.

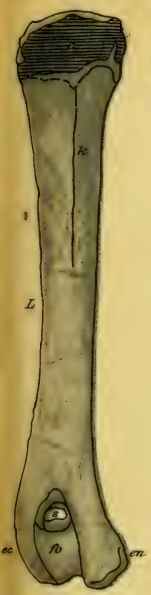
Fig. 21. *B. Andrewsi* M. S., rechter **Radius**, distale Endfläche. S. 51 [203]. $^1/_2$ nat. Gr.

Buchstaben für Fig. 15—21.

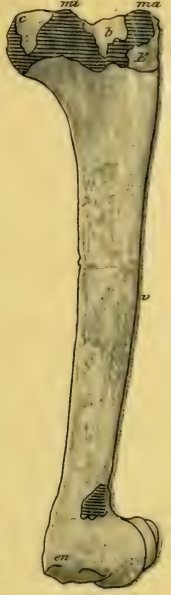
h Fläche für den Humerus	*ps* Processus styloideus
l „ „ das Lunare	*sc* Fläche für das Scaphoid
m Mittelkiel des Proximalendes	*u* „ „ die Ulna
p pyramidenförmige Ecke	

In allen Figuren bedeutet: *D* Dorsalseite, *E* Epiphyse, *L* Lateralseite, *r* Vorderseite.

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal schraffiert.



1



2

3

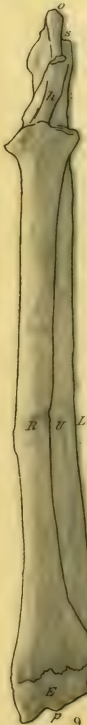
4

5

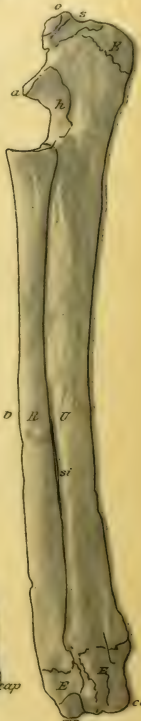
6

7

8



9

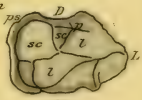


10

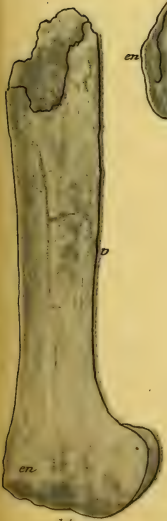
11

12

13

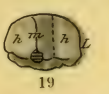


20



14

15



19

16

17

18

21

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XXI.

Aut. phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Weise, Lith., Jena.

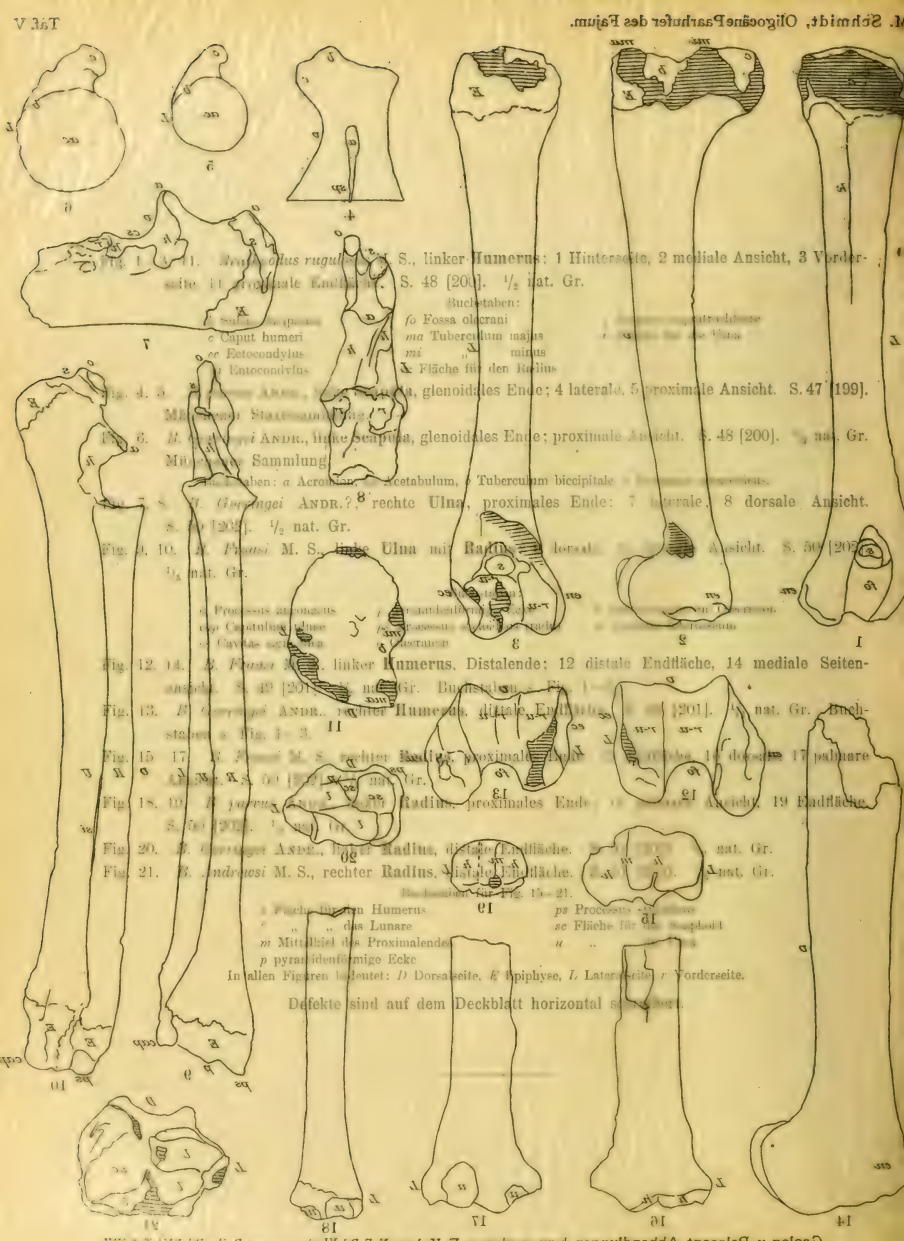


Fig. 1–11. *Brachyodus rugulosus* M. S., linker Humerus: 1 Hinterseite, 2 mediale Ansicht, 3 Vorderseite, 11 proximale Endfläche. S. 48 [200]. ½ nat. Gr.

Buchstaben:

c Caput humeri
cc Ectocondylus
a Entocondylus
fo Fossa olecrani
ma Tuberculum majus
mi „ minus
x Fläche für den Radius

Fig. 4. 5. *B. Gervaisi* Andr., linke Scapula, glenoidales Ende; 4 laterale, 5 proximale Ansicht. S. 47 [199]. Münchener Sammlung.

Fig. 6. *B. Gervaisi* Andr., linke Scapula, glenoidales Ende; proximale Ansicht. S. 48 [200]. ½ nat. Gr. Münchener Sammlung.

Buchstaben: *a* Acromion, *c* Acetabulum, *o* Tuberculum biccipitale

Fig. 7. 8. *B. Gervaisi* Andr.?, rechte Ulna, proximales Ende: 7 laterale, 8 dorsale Ansicht. S. 50 [202]. ½ nat. Gr.

Fig. 9. 10. *B. Fraasi* M. S., linke Ulna mit Radius: 9 dorsale Ansicht. S. 50 [202]. ½ nat. Gr.

c Processus anconaeus
cap Capitulum ulnae
ss Cavitas sigmoidea
p Tuberculum biccipitale
ps Processus styloideus radii
r Olecranon

Fig. 12. 14. *B. Fraasi* M. S., linker Humerus, Distalende; 12 distale Endfläche, 14 mediale Seitenansicht. S. 49 [201]. ½ nat. Gr. Buchstaben s. Fig. 1–3.

Fig. 13. *B. Gervaisi* Andr., rechter Humerus, distale Endfläche. S. 49 [201]. ½ nat. Gr. Buchstaben s. Fig. 1–3.

Fig. 15–17. *B. Fraasi* M. S., rechter Radius, proximales Ende: 15 Endfläche, 16 dorsale, 17 palmare Ansicht. S. 50 [202]. ½ nat. Gr.

Fig. 18. 19. *B. parvus* Andr., rechter Radius, proximales Ende: 18 dorsale Ansicht, 19 Endfläche. S. 50 [202]. ½ nat. Gr.

Fig. 20. *B. Gervaisi* Andr., linker Radius, distale Endfläche. S. 50 [202]. ½ nat. Gr.

Fig. 21. *B. Andrewsi* M. S., rechter Radius, distale Endfläche. S. 50 [202]. ½ nat. Gr.

Buchstaben für Fig. 15–21.

x Fläche für den Humerus
y „ „ das Lunare
m Mittelkiel des Proximalendes
p pyramidenförmige Ecke
ps Processus styloideus
sc Fläche für den Scaphoid
u „ „ Ulna

In allen Figuren bedeutet: *D* Dorsalseite, *E* Epiphyse, *L* Lateralseite, *r* Vorderseite.

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI, (der ganzen Reihe Bd. XVI, Taf. XVI.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

P. Weiss, Lith. u. Jena

Erklärung der Tafel VI [XXII].

Fig. 1, 2. *Brachyodus parvus* ANDR., linkes **Femur**; 1 hintere, 2 laterale Ansicht. S. 67 [219]. 1/3 nat. Gr.

Fig. 3, 4. *B. Gorringei* ANDR., linkes **Femur**; 3 laterale, 4 hintere Ansicht. S. 67 [219]. 1/3 nat. Gr. Original im Brit. Mus. Nat. Hist. London.

Fig. 5. *B. Gorringei* ANDR., linke **Tibia**, Vorderansicht. S. 69 [221]. 1/3 nat. Gr. London.

Fig. 6. *B. Gorringei* ANDR., linke **Tibia**, laterale Ansicht. S. 69 [221]. 1/3 nat. Gr.

Fig. 7. *B. parvus* ANDR., linkes **Femur**, distale Ansicht des Stückes Fig. 1. S. 67 [219]. 1/2 nat. Gr.

Fig. 8. *B. rugulosus* M. S., linke **Tibia**, distal; vgl. Fig. 15, 16. S. 70 [222]. 1/2 nat. Gr.

Fig. 9. *B. Andrewsi* M. S., linke **Tibia**, Epiphyse, Distalansicht. S. 70 [222]. 1/2 nat. Gr.

Fig. 10, 11. *B. Fraasi* M. S., linke **Patella**; 10 hintere, 11 vordere Seite. S. 69 [221]. 1/2 nat. Gr.

Fig. 12. *B. Andrewsi* M. S., rechtes **Femur**, laterale Ansicht. S. 68 [220]. 1/3 nat. Gr.

Fig. 13, 14. *A. Fraasi* M. S., linke **Tibia**, Distalende; 13 distale, 14 plantare Ansicht. S. 70 [222]. 1/2 nat. Gr.

Fig. 15, 16. *B. rugulosus* M. S., linke **Tibia**, Distalhälfte (vgl. Fig. 8); 15 dorsal, 16 plantar. S. 70 [222]. 1/2 nat. Gr.

Fig. 17, 18. *B. Andrewsi* M. S., rechte **Fibula**, Distalhälfte, 17 lateral, 18 medial gesehen. S. 71 [223]. 1/2 nat. Gr.

Buchstaben:

a Fläche für den Astragalus
ap Apex patellae
b Basis patellae
c Caput femoris
ca Fläche für das Calcaneum
co Condyli femoris
ei Eminentia intercondylea
f Fossa capitis
fd Fossa digitalis
fe Fläche für das Femur
fi „ „ die Fibula
ft „ „ „ Trochlea patellaris
g Bandgrube
h Hals des Femur
i Fossa intercondyloidea
lip Linea intertrochanterica posterior
m Malleolus internus
p Fossa plantaris
pc Crista procnemialis
tma Trochanter major
tmi „ minor
tp Trochlea patellaris
v Vorderseite (Dorsalseite)
v. Vorsprung ähnlich einem Trochanter tertius
x zapfenartiger Vorsprung eines Femur

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal, Ergänzungen vertikal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von **E. Koken**, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XXII.

Aut. phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Weise, Lith., Jena.

Fig. 1, 2. *Brachyodus parvus* ANDR., linkes **Femur**; 1 hintere, 2 laterale Ansicht. S. 67 [219]. ½ nat. Gr.

Fig. 3, 4. *B. Gervaisi* ANDR., linkes **Femur**; 3 laterale, 4 hintere Ansicht. S. 67 [219]. ½ nat. Gr. Original im Brit. Mus. Nat. Hist. London.

Fig. 5. *B. Gervaisi* ANDR., linke **Tibia**, Vorderansicht. S. 69 [221]. ½ nat. Gr. London.

Fig. 6. *B. Gervaisi* ANDR., linke **Tibia**, laterale Ansicht. S. 69 [221]. ½ nat. Gr.

Fig. 7. *B. parvus* ANDR., linkes **Femur**, distale Ansicht des Stückes Fig. 1. S. 67 [219]. ½ nat. Gr.

Fig. 8. *B. rugulosus* M. S., linke **Tibia**, distal; (vgl. Fig. 15, 16. S. 70 [222]. ½ nat. Gr.

Fig. 9. *B. Andrewsi* M. S., linke **Tibia**, Epiphyse, Distalansicht. S. 70 [222]. ½ nat. Gr.

Fig. 10, 11. *B. Fraasi* M. S., linke **Patella**; 10 hintere, 11 vordere Seite. S. 69 [221]. ½ nat. Gr.

Fig. 12. *B. Andrewsi* M. S., rechtes **Femur**, laterale Ansicht. S. 68 [220]. ½ nat. Gr.

Fig. 13, 14. *A. Fraasi* M. S., linke **Tibia**, Distalende; 13 distale, 14 plantare Ansicht. S. 70 [222]. ½ nat. Gr.

Fig. 15, 16. *B. rugulosus* M. S., linke **Tibia**, Distalhälfte (vgl. Fig. 8); 15 dorsal, 16 plantar. S. 70 [222]. ½ nat. Gr.

Fig. 17, 18. *B. Andrewsi* M. S., rechte **Fibula**, Distalhälfte, 17 lateral, 18 medial gesehen. S. 71 [223]. ½ nat. Gr.

Buchstaben:

a Fläche für den Astragalus
ao Apex patellae
b Basis patellae
c Caput femoris
ca Fläche für das Calcaneum
cc Condyli femoris
ci Eminentia intercondylea
f Fossa capitis
fd Fossa digitalis
fe Fläche für das Femur
fi „ „ die Fibula
ft „ „ „ Trochlea [illegible]
g Bandgrube
h Hals des Femur
i Fossa intercondyloidea
lip Linea intertrochanterica posterior
m Malleolus internus
p Fossa plantaris
pc Crista promenialis
tma Trochanter major
tmi „ minor
tp Trochlea patellaris
v Vorderseite [illegible]
v Vorsprung [illegible] einem Trochanter tertius
z Zapfenartiger Vorsprung eines Femur

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal, [illegible] vertikal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XXII.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
P. Weiss, Lith. Jena.

Erklärung der Tafel VII [XXIII].

Fig. 1—4. *Brachyodus Fraasi* M.S., linkes **Scaphoid**: 1 mediale, 2 distale, 3 proximale, 4 laterale Ansicht. S. 52 [204].
Fig. 5. *B. rugulosus* M. S., rechtes **Scaphoid**; Medialseite. S. 53 [205].
Fig. 6—8. *B. Fraasi* M. S., linkes **Lunare**; 6 dorsale, 7 mediale, 8 distale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 9, 10. *B. rugulosus* M. S., rechtes **Lunare**; 9 dorsale, 10 laterale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 11, 12. *B. parvus* ANDR., linkes **Lunare**; 11 dorsale, 12 laterale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 13, 14. *B. Fraasi* M. S., linkes **Lunare**; 13 dorsale, 14 proximale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 15, 16. *B. rugulosus* M. S., sehr jung, linkes **Lunare**; 15 dorsale, 16 laterale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 17, 18. *B. Fraasi* M. S.?, linkes **Lunare**; 17 dorsale, 18 palmare Seite. S. 55 [207].
Fig. 19, 20. *B. Fraasi* M. S., linkes **Cuneiforme carpi**: 19 dorso-laterale, 20 proximale Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 21, 22. *B. Gorringei* ANDR., rechtes **Cuneiforme**: 21 dorso-laterale, 22 mediale Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 23—25. *B. rugulosus* M. S., rechtes **Cuneiforme**: 23 dorso-laterale, 24 palmare, 25 proximale Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 26—29. *B. Fraasi* M. S., kleines Exemplar, rechtes **Cuneiforme**; 26 dorso-laterale, 27 mediale, 28 palmare, 29 proximale Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 30, 31. *B. rugulosus* M. S., kleines Exemplar, linkes **Cuneiforme**: 30 dorso-laterale, 31 palmare Seite. S. 56 [208].
Fig. 32. *B. parvus* ANDR., kleines Exemplar, rechtes **Cuneiforme**, dorso-lateral. S. 56 [208].
Fig. 33—35. *B. rugulosus* M. S., zwei **Pisiforme**; 33, 34 laterale Ansichten, 35 mediale des in Fig. 34 dargestellten. S. 57 [209].
Fig. 36—38. *B. Fraasi* M. S., linkes **Trapezoideum**; 36 mediale, 37 proximale, 38 distale Seite. S. 57 [209].
Fig. 39—41. *B. Andrewsi* M. S., linkes **Unciforme**; 39 dorsale, 40 laterale, 41 proximale Ansicht. S. 60 [212].
Fig. 42, 43. *B. Fraasi* M. S., linkes **Unciforme**, unvollständig; 42 dorsal, 43 proximal. S. 60 [212].
Fig. 44—46. *B. rugulosus* M. S., rechtes **Unciforme**; 44 dorsale, 45 proximale, 46 distale Seite. S. 60 [212].
Fig. 47. *B. rugulosus* M. S., linkes **Unciforme**, etwas abweichend; Dorsalansicht. S. 60 [212].
Fig. 48. *B. parvus* ANDR., linkes **Unciforme**, kleines Stück; Dorsalansicht. S. 61 [213].
Fig. 49, 50. *B. Gorringei* ANDR., rechtes **Magnum**, unvollständig; 49 dorsal, 50 proximal. S. 59 [211].
Fig. 51, 52. *B. rugulosus* M. S. juv.?, linkes **Metacarpale IV**; 51 mediale, 52 dorsale Ansicht. S. 63 [215].
Fig. 53, 54. *B. parvus* ANDR., linkes **Metacarpale V**, ohne Epiphyse: 53 distale, 54 mediale Ansicht. S. 64 [216].
Fig. 55, 56. *B. Gorringei* ANDR., linkes **Metacarpale V**; 55 palmare, 56 mediale Ansicht. S. 64 [216].
Fig. 57—59. *B. Andrewsi* M. S., linkes **Metacarpale II**; 57 laterale, 58 dorso-mediale, 59 proximale Ansicht. S. 62 [214].
Fig. 60. *B. Gorringei* ANDR., linkes **Metacarpale II**; mediale Seite. S. 62 [214].
Fig. 61, 62. *B. Fraasi* M. S., rechtes **Metacarpale II**; 61 dorso-mediale, 62 proximale Ansicht. S. 62 [214].
Fig. 63, 64. *B. Gorringei* ANDR. (?), rechtes **Metacarpale III**; 63 palmare, 64 proximale Seite. S. 62 [214]. Original in der Münchener Staatssammlung.
Fig. 65. *B. Fraasi* M. S. (?), linkes **Metacarpale III**; dorsale Ansicht. S. 62 [214].
Fig. 66—70. *B. Andrewsi* M. S., linkes **Metacarpale IV**; 66 dorsale, 67 palmare, 68 proximale Ansicht; 69 laterale, 70 mediale Ansicht des Proximalendes. S. 63 [215].

Alle Abbildungen in $^1/_2$ nat. Gr.

Buchstaben und Zahlen:

c Fläche für das Cuneiforme
d Dorsalseite des Magnum
f Fortsatz der Medialseite des Metacarpale IV für das Metacarpale III
h proximales Horn des Lunare
ho hornartige Ecke des Unciforme
k schräge Kante der Medialseite des Lunare
l Fläche für das Lunare
m „ „ „ Magnum
M Medialseite
mf Mittelfurche der Medialseite des Lunare
p Fläche für das Pisiforme
pa palmarer Fortsatz des Scaphoids
pr proximaler Fortsatz der Dorsalseite des Unciforme
r Fläche für den Radius
s „ „ ein Sesamoid
se „ „ das Scaphoid
td „ „ „ Trapezoid
tz „ „ „ Trapezium
u Fläche für die Ulna
uc „ „ das Unciforme
v Vorderseite (= Dorsalseite)
v. distaler Vorsprung des Lunare
vo proximaler Vorsprung des Mc. V
x Zahnfortsatz der Lateralseite des Scaphoids
II Fläche für das Metacarpale II
III „ „ „ „ III
IV „ „ „ „ IV
V „ „ „ „ V

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal, Ergänzungen vertikal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XXIII.

Ant. phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Wanie, Lith., Jena.

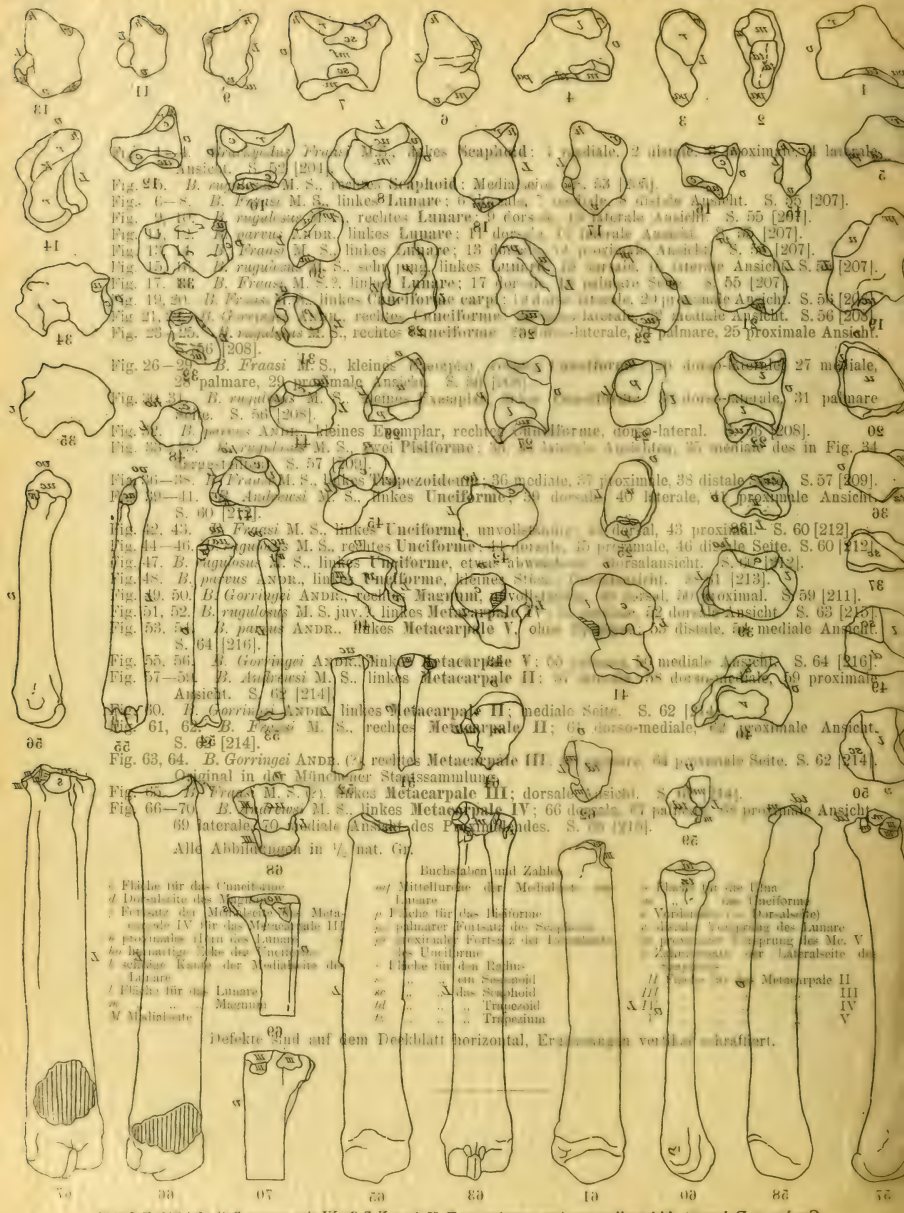


Fig. 1. *B. gracilis* Fraasi M. S., linkes Scaphoid; Mediale Seite. S. 53 [205].
Fig. 2. *B. gracilis* Fraasi M. S., linkes Scapholunare; Ansicht. S. 53 [205].
Fig. 3. *B. gracilis* Fraasi M. S., linkes Scapholunare; Ansicht. S. 53 [205].
Fig. 4. *B. gracilis* Fraasi M. S., linkes Scapholunare; Ansicht. S. 53 [205].
Fig. 5. *B. gracilis* Fraasi M. S., linkes Scapholunare; Ansicht. S. 53 [205].
Fig. 6—8. *B. Fraasi* M. S., linkes Lunare; 6 dorsale, 7 mediale, 8 distale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 9. *B. rugulosus* M. S., rechtes Lunare; 9 dorsale, 10 laterale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 11. *B. parvus* Andr., linkes Lunare; 11 dorsale, 12 laterale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 12—14. *B. Fraasi* M. S., linkes Lunare; 13 dorsale, 14 proximale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 15. *B. rugulosus* M. S., schmales linkes Lunare; 15 dorsale, 16 laterale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 17. *B. Fraasi* M. S., linkes Lunare; 17 dorsale Ansicht. S. 55 [207].
Fig. 19, 20. *B. Fraasi* M. S., linkes Cuneiforme carpi; 19 dorsale, 20 proximale Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 21. *B. Gorringei* Andr., rechtes Cuneiforme; 21 laterale, 22 distale Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 23—25. *B. rugulosus* M. S., rechtes Cuneiforme; 23 laterale, 24 palmare, 25 proximale Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 26—28. *B. Fraasi* M. S., kleines Exemplar, rechtes Cuneiforme; 26 dorsale, 27 mediale, 28 palmare, 29 proximale Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 30, 31. *B. rugulosus* M. S., kleines Exemplar, rechtes Cuneiforme; 30 dorsale, 31 palmare Ansicht. S. 56 [208].
Fig. 32. *B. parvus* Andr., kleines Exemplar, rechtes Cuneiforme, dorso-laterale. S. 56 [208].
Fig. 33. *B. rugulosus* M. S., zwei Pisiforme; 33 dorsale Ansicht, 34 mediale des in Fig. 34 dargestellten. S. 57 [209].
Fig. 35—38. *B. Fraasi* M. S., linkes Trapezoideum; 36 mediale, 37 proximale, 38 distale Seite. S. 57 [209].
Fig. 39—41. *B. Andrewsi* M. S., linkes Unciforme; 39 dorsale, 40 laterale, 41 proximale Ansicht. S. 60 [212].
Fig. 42, 43. *B. Fraasi* M. S., linkes Unciforme, unvollständig; 42 dorsal, 43 proximale Ansicht. S. 60 [212].
Fig. 44—46. *B. rugulosus* M. S., rechtes Unciforme; 44 dorsale, 45 proximale, 46 distale Seite. S. 60 [212].
Fig. 47. *B. rugulosus* M. S., linkes Unciforme, etwas abweichend; 47 dorsalansicht. S. 60 [212].
Fig. 48. *B. parvus* Andr., linkes Unciforme, kleines Stück; 48 dorsale Ansicht. S. 61 [213].
Fig. 49, 50. *B. Gorringei* Andr., rechtes Magnum; 49 dorsal, 50 proximal. S. 59 [211].
Fig. 51, 52. *B. rugulosus* M. S. juv., linkes Metacarpale V; 51 dorsale Ansicht, 52 proximale Ansicht. S. 63 [213].
Fig. 53, 54. *B. parvus* Andr., linkes Metacarpale V; 53 distale, 54 mediale Ansicht. S. 64 [216].
Fig. 55, 56. *B. Gorringei* Andr., linkes Metacarpale V; 55 mediale Ansicht. S. 64 [216].
Fig. 57—59. *B. Andrewsi* M. S., linkes Metacarpale II; 57 dorsale, 58 mediale, 59 proximale Ansicht. S. 62 [214].
Fig. 60. *B. Gorringei* Andr., linkes Metacarpale II; mediale Seite. S. 62 [214].
Fig. 61, 62. *B. Fraasi* M. S., rechtes Metacarpale II; 61 dorso-mediale, 62 proximale Ansicht. S. 62 [214].
Fig. 63, 64. *B. Gorringei* Andr. (?), rechtes Metacarpale III; 63 dorsale, 64 proximale Seite. S. 62 [214]. Original in der Münchner Staatssammlung.
Fig. 65. *B. Fraasi* M. S., linkes Metacarpale III; dorsale Ansicht. S. 62 [214].
Fig. 66—70. *B. Andrewsi* M. S., linkes Metacarpale IV; 66 dorsale, 67 palmare, 68 proximale Ansicht, 69 laterale, 70 mediale Ansicht des Proximalendes. S. 63 [215].

Alle Abbildungen in 1/1 nat. Gr.

Buchstaben und Zahlen

a Fläche für das Cuneiforme
d Dorsalseite des Metacarpale
f Fortsatz der Medialseite des Metacarpale IV für das Metacarpale III
g proximales Ende des Lunare
ho Hamatoide Ecke der Cuneiforme
k schiefe Kante der Medialseite des Lunare
l Fläche für das Lunare
M Medialseite
mf Mittelfläche der Medialseite
n Fläche für das Lunare
p Fläche für das Uniforme
pf palmarer Fortsatz des Scaphoid
pr proximaler Fortsatz der Lunare
s Fläche für das Radius
sc " " Scaphoid
sl " " Lunare
td " " Trapezoid
tr " " Trapezium
u Fläche für das Uniforme
v Variation (Dorsalseite)
x Ursprung des Mc. V
z Zacke an der Lateralseite des Lunare
II Fläche für das Metacarpale II
III " " " III
IV " " " IV
V " " " V

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal, Ergänzungen vertikal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. VI (der ganzen Reihe Bd. XV) Taf. VII

Verlag von Gustav Fischer in Jena. Lith. v. Ges.

Erklärung der Tafel VIII [XXIV.]

Fig. 1, 2. *Brachyodus Andrewsi* M. S., linker **Astragalus**; 1 medial, 2 dorsal. S. 73 [225].

Fig. 3—6. *B. Gorringei* ANDR., rechter **Astragalus**: 3 laterale, 4 plantare, 5 dorsale, 6 mediale Ansicht. S. 73 [225].

Fig. 7. *B. parvus* ANDR., rechter **Astragalus**; Dorsalansicht. S. 73 [225].

Fig. 8. *B. rugulosus* M. S., rechter **Astragalus**; Dorsalansicht. S. 73 [225].

Fig. 9, 10. *B. Fraasi* M. S., rechter **Astragalus**; 9 plantare, 10 dorsale Ansicht. S. 73 [225].

Fig. 11. *B. rugulosus* M. S., rechtes **Calcaneum**; mediale Ansicht. S. 74 [226].

Fig. 12—15. *B. Gorringei* ANDR., linkes **Calcaneum**: 12 mediale, 13 dorsale, 14 plantare, 15 laterale Ansicht. S. 74 [226].

Fig. 16. *B. Fraasi* M. S., rechtes **Cuboid, Naviculare** und **Cuneiforme III**; Dorsalansicht.

Fig. 17. *B. Fraasi* M. S., das **Cuboid** aus Fig. 16; mediale Ansicht. S. 75 [227].

Fig. 18. *B. rugulosus* M. S., linkes **Cuboid**; mediale Ansicht. S. 76 [228].

Fig. 19. *B. Gorringei* ANDR., linkes **Cuboid**; laterale Ansicht. S. 76 [228].

Fig. 20—22. *B. Fraasi* M. S., rechtes **Naviculare** (s. Fig. 16); 20 medial, 21 lateral, 22 distal. S. 77 [229].

Fig. 23. *B. Fraasi* M. S., linkes **Naviculare**; mediale Ansicht. S. 77 [229].

Fig. 24. *B. Andrewsi* M. S., linkes **Naviculare**; mediale Ansicht. S. 77 [229].

Fig. 25—27. *B. Gorringei* ANDR., rechtes **Naviculare**; 25 proximal, 26 lateral, 27 medial. S. 77 [229].

Fig. 28—30. *B. Fraasi* M. S., rechtes **Cuneiforme III** (s. Fig. 16); 28 distal, 29 dorsal, 30 proximal. S. 78 [230].

Fig. 31, 32. *B. Andrewsi* M. S., rechtes **Cuneiforme III**; 31 proximale, 32 dorsale Ansicht. S. 78 [230].

Fig. 33—35. *B. Gorringei* ANDR., rechtes **Cuneiforme III**; 33 distal, 34 proximal, 35 dorsal. S. 78 [230].

Fig. 36, 37. *B. parvus* ANDR., rechtes **Cuneiforme II** u. **III**, verwachsen: 36 distal, 37 proximal. S. 78 [230].

Fig. 38, 39. *B. rugulosus* M. S., rechtes **Cuneiforme III**: 38 proximale, 39 dorsale Ansicht. S. 78 [230].

Fig. 40, 41. *B. parvus* ANDR., rechtes **Metatarsale II**; 40 dorsale, 41 mediale Ansicht. S. 79 [231].

Fig. 42, 43. *B. parvus* ANDR., rechtes **Metatarsale V**; 42 mediale, 43 dorsale Seite. S. 82 [234].

Fig. 44, 45. *B. parvus* ANDR., rechtes **Metatarsale IV**; 44 dorsale, 45 plantare Ansicht. S. 82 [234].

Sämtliche Figuren in $^1/_2$ nat. Gr.

Buchstaben und Zahlen:

a Fläche für den Astragalus
c I, II, III Fläche für das Cuneiforme I, II, III
ca Fläche für das Calcaneum
cb „ „ „ Cuboid
cub. Cuboideum
cun. III Cuneiforme III
d distaler Fortsatz des Cuboid
f Fläche für die Fibula
g Grube für den Plantarfortsatz des Metatarsale IV
id Impressiones digitatae
L Lateralseite
m Fläche für den Malleolus internus tibiae
n Fläche für das Naviculare
nav. Naviculare
p proximaler Fortsatz des Cuboids
pa Processus anterior calcanei
s Fläche für das Sustentaculum calcanei
sp lateraler Sporn des Astragalus resp. Fläche für denselben
su Sustentaculum calcanei
t Fläche für die Tibia
v Vorderseite
II, III, IV, V Flächen für Metatarsale II, III, IV, V
* (z. B. A*) Anschlagsfläche (z. B. für den Astragalus)
< 3 usw. Maßstrecken

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal schraffiert.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. XXIV.

ol. phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Wiese, Lith., Jena.

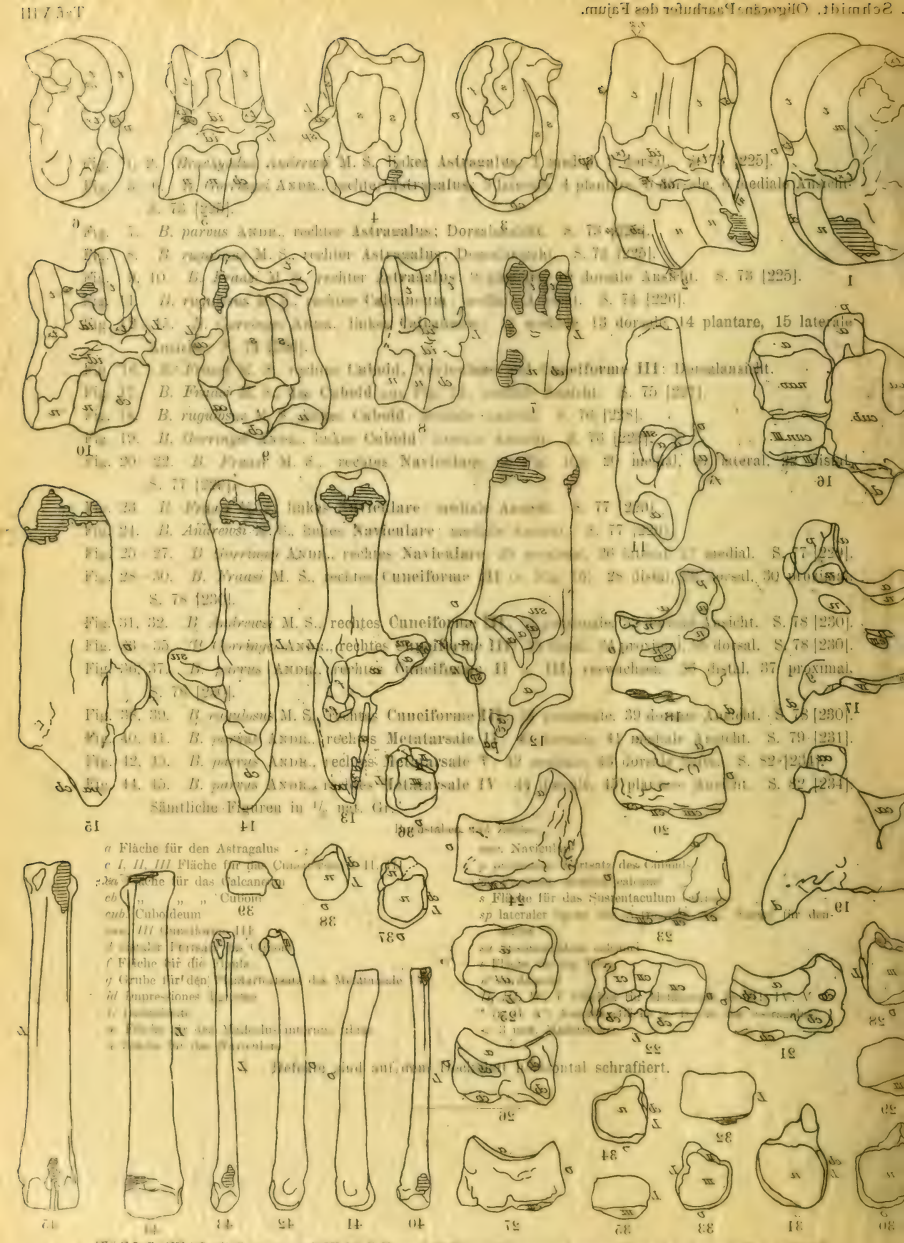


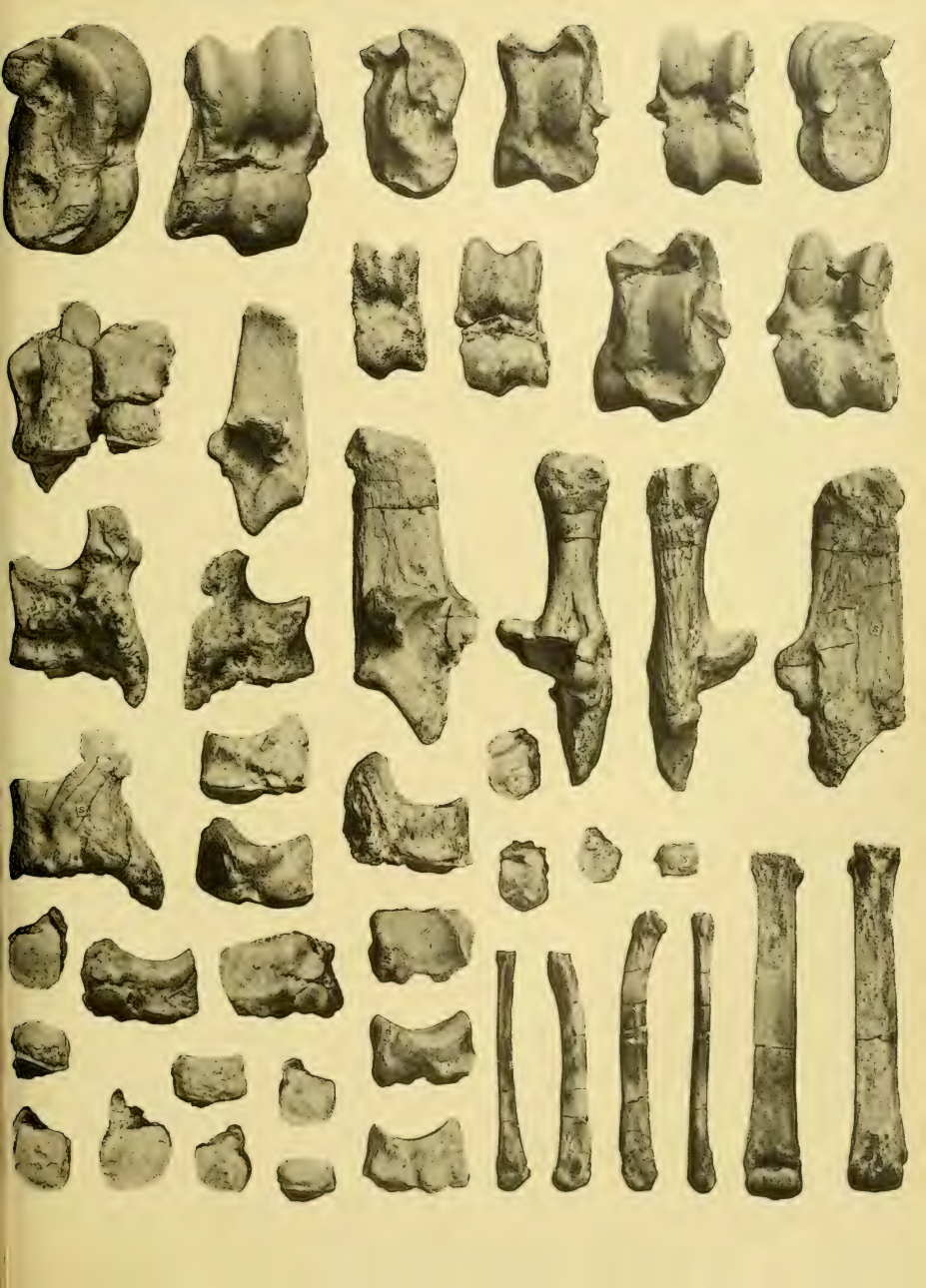
Fig. 1. 2. *Dremotherium Andrewsi* M. S., linkes Astragalus [225].
Fig. 3. 4. *D. Andrewsi* Andr., linkes Astragalus [225].
Fig. 5. 6. [illegible]
Fig. 7. *B. parvus* Andr., rechtes Astragalus; Dorsal[illegible] S. 73 [225].
Fig. 8. *B. [illegible]* M. S., rechter Astragalus; D[illegible] S. 74 [226].
Fig. 9. 10. *B. [illegible]* M. S., rechter Astragalus; [illegible] dorsale Ansicht. S. 73 [225].
Fig. 11. *B. rugosus* M. S., rechtes Calcaneum; [illegible] S. 74 [226].
Fig. 12. *B. [illegible]* Andr., linkes Calcaneum; [illegible] 13 dorsal, 14 plantare, 15 laterale [illegible]
Fig. 16. 17. *B. [illegible]* M. S., linkes Cuboid; [illegible] [illegible]
Fig. 18. *B. rugosus* M. S., rechtes Cuboid; [illegible] S. 75 [227].
Fig. 19. *B. [illegible]* M. S., linkes Cuboid; [illegible] S. 76 [228].
Fig. 20. 22. *B. Pyrsus* M. S., rechtes Naviculare; [illegible] [illegible] lateral, 22 distal. S. 77 [229].
Fig. 23. *B. [illegible]* M. S., linkes Naviculare; [illegible] S. 77 [229].
Fig. 24. *B. Andrewsi* M. S., linkes Naviculare; [illegible] S. 77 [229].
Fig. 25. 27. *B. [illegible]* Andr., rechtes Naviculare; [illegible] medial. S. 77 [229].
Fig. 28. 30. *B. Pyrsus* M. S., rechtes Cuneiforme III; [illegible] distal, 30 [illegible]
S. 78 [229].
Fig. 31. 32. *B. Andrewsi* M. S., rechtes Cuneiforme [illegible] [illegible] S. 78 [230].
Fig. 33. 35. *B. [illegible]* Andr., rechtes Cuneiforme II; [illegible] dorsal. S. 78 [230].
Fig. 36. 37. *B. [illegible]* Andr., rechtes Cuneiforme II; III; [illegible] distal, 37 proximal.
S. 78 [230].
Fig. 38. 39. *B. rugosus* M. S., rechtes Cuneiforme III; [illegible] 39 distal. S. 78 [230].
Fig. 40. 41. *B. [illegible]* Andr., rechtes Metatarsale I; [illegible] dorsal. S. 79 [231].
Fig. 42. 43. *B. parvus* Andr., rechtes Metatarsale II; [illegible] S. 82 [234].
Fig. 44. 45. *B. parvus* Andr., rechtes Metatarsale IV; [illegible] S. 82 [234].

Sämtliche Figuren in [illegible] Gr[illegible]

a Fläche für den Astragalus
c I. II. III Fläche für das Cuneiforme [illegible]
cc Fläche für das Calcaneum
cb „ „ Cuboid
cub Cuboideum
cun III Cuneiforme III
f Fläche für [illegible]
f Fläche für die Fibula.
g Grube für den [illegible] des Metatarsale
id Impressiones [illegible]
l [illegible]
m [illegible] Ansatz des Musk. [illegible]
n [illegible] des Naviculare
s Fläche für das Sustentaculum [illegible]
sp lateraler [illegible] des [illegible]

Die Reihen sind auf [illegible] horizontal schraffiert.

Verlag von Gustav Fischer in Jena. [illegible]



Erklärung der Tafel IX [XXV].

Fig. 1, 2. *Brachyodus Andrewsi* M. S., linkes **Metatarsale II**; 1 proximale, 2 laterale Ansicht. S. 79 [231].
Fig. 3. *B. Andrewsi* M. S., linkes **Metatarsale II** u. **III**, vereinigt; dorsale Ansicht. S. 80 [232].
Fig. 4—7. *B. Andrewsi* M. S., linkes **Metatarsale III** (s. Fig. 3); 4 proximale, 5 laterale, 6 plantare, 7 mediale Ansicht. S. 80 [232].
Fig. 8—11. *B. Fraasi* M. S., rechtes **Metatarsale II**: 8 Proximalende dorsal, 9 plantar gesehen, 10 Medialansicht des Distalendes, 11 laterale des ganzen Stückes. S. 79 [231].
Fig. 12, 13. *B. Gorringei* Andr., rechtes **Metatarsale IV**; 12 mediale, 13 proximale Seite. S. 81 [233].
Fig. 14, 15. *B. Andrewsi* M. S., linkes **Metatarsale IV**; 14 mediale, 15 proximale Seite. S. 81 [233].
Fig. 16, 17. *B. rugulosus* M. S., linkes **Metatarsale II**; 16 mediale, 17 proximale Ansicht. S. 79 [231].
Fig. 18—20. *B. rugulosus* M. S., rechtes **Metatarsale IV**; 18 medial, 19 lateral, 20 proximal. S. 81 [233].
Fig. 21. *B. rugulosus* M. S., dasselbe Stück mit zugehörigem **Metatarsale V**. Dorsalansicht. S. 81 [233].
Fig. 22—25. *B. rugulosus* M. S., rechtes **Metatarsale V** (s. Fig. 21): 22 plantare, 23 dorsale, 24 mediale, 25 proximale Ansicht. S. 82 [234].
Fig. 26, 27. *B. Fraasi* M. S., rechtes **Metatarsale V**; 26 mediale, 27 proximale Seite. S. 82 [234].
Fig. 28—30. *B. Fraasi* M. S., rechtes **Metatarsale IV**; 28, 29 mediale, 30 proximale Seite. S. 81 [233].
Fig. 31. Die beiden vorigen vereinigt; Dorsalansicht.
Fig. 32—38. **Phalangen dritter Ordnung.** S. 87 [239]. Im einzelnen etwa:
Fig. 32. Von Mittelzehe[1]) von *B. rugulosus* juv.
Fig. 33. „ Seitenzehe „ „ „ ad.
Fig. 34. „ Mittelzehe „ „ *parvus.*
Fig. 35. „ Seitenzehe „ „ *Gorringei.*
Fig. 36. „ Mittelzehe „ „ „ .
Fig. 37, 38. Von Mittelzehe von *B. Fraasi*; 37 dorsale, 38 mediale Ansicht.
Fig. 39—43. **Phalangen zweiter Ordnung.** S. 86 [238]. Im einzelnen etwa:
Fig. 39, 40. Von Mittelzehe von *B. Fraasi*; 39 dorsale, 40 ventrale Ansicht.
Fig. 41. Von Seitenzehe von *B. Fraasi.*
Fig. 42. „ Mittelzehe „ „ *Andrewsi*
Fig. 43. „ Seitenzehe „ „ *parvus.*
Fig. 44—52. **Phalangen erster Ordnung.** S. 86 [238]. Im einzelnen etwa:
Fig. 44—46. Von Mittelzehe des Vorderfußes von *B. Fraasi*; 44 dorsal, 45 seitlich, 46 palmar.
Fig. 47—48. „ „ „ Hinterfußes von *B. Gorringei*; 47 dorsal, 48 plantar.
Fig. 49. Von Mittelzehe des Vorderfußes von *B. Gorringei.*
Fig. 50, 51. Von Seitenzehe des Vorderfußes von *B. Fraasi*; 50 dorsal, 51 palmar.
Fig. 52. Von Seitenzehe des Vorderfußes von *B. parvus.*

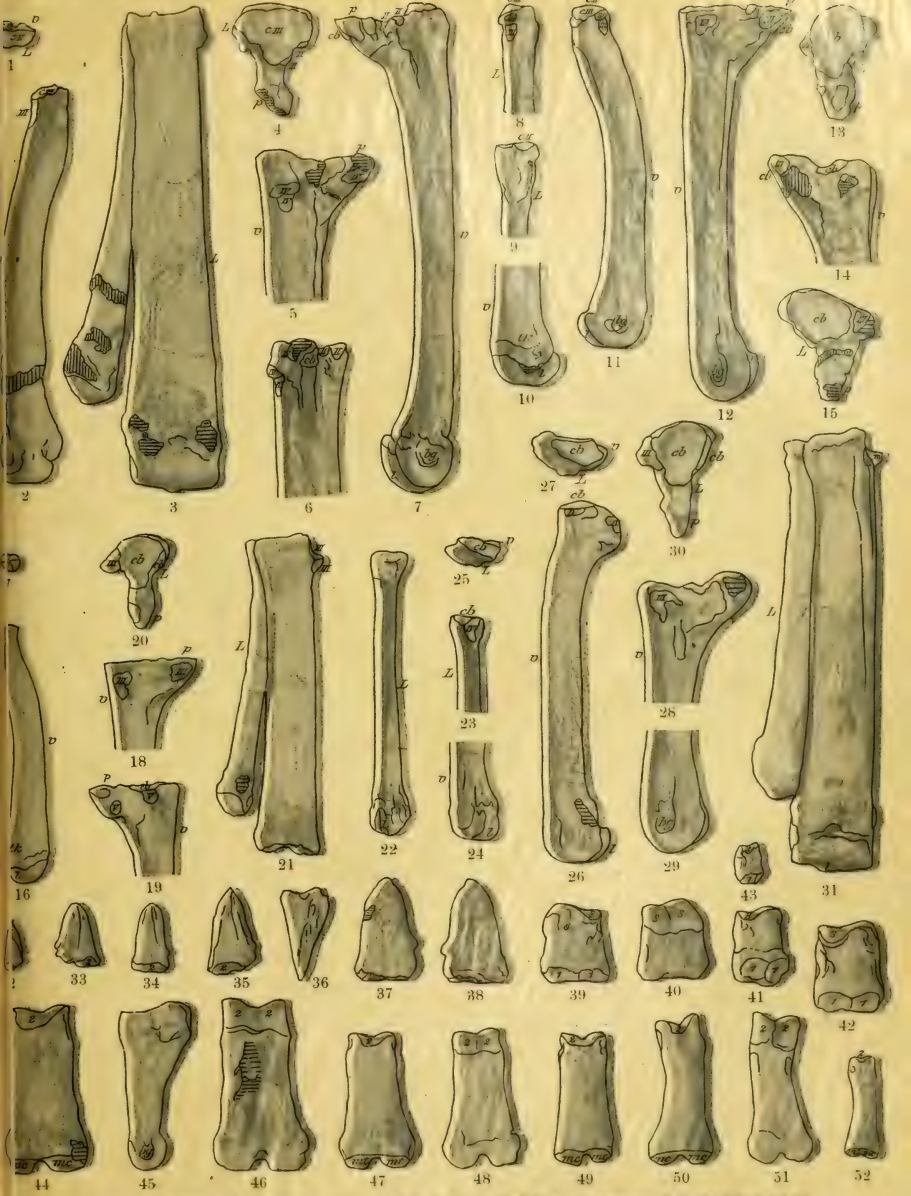
Alle Abbildungen in $^1/_2$ nat. Gr.

Buchstaben:

c I, II, III Cuneiforme I, II, III	*tk* tibialer Knorren
cb Cuboid	*v* Vorderseite
L Lateralseite	*1, 2, 3* Fläche für Phalangen 1., 2., 3. Ordnung
l Leitkiel	*II, III, IV, V* Fläche für das Metatarsale II, III, IV, V
p Plantarfortsatz	

Defekte sind auf dem Deckblatt horizontal, Ergänzungen vertikal schraffiert.

1) Stets ohne Entscheidung, ob Vorder- oder Hinterfuß, wo es nicht besonders bemerkt ist.



Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XXV.

phot. u. gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. P. Weise, Lith., Jena.

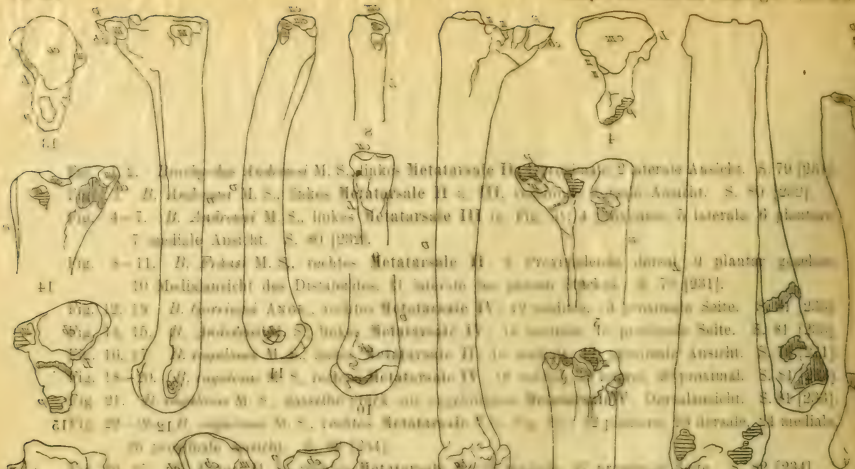


Fig. 1—3. *Bovidenähnliches* M. S. linkes Metatarsale II: 1 proximale, 2 laterale Ansicht. S. 79 [230].
Fig. 4—7. *B. Andrewsi* M. S., linkes Metatarsale II: 4 proximale, 5 laterale Ansicht. S. 80 [231].
Fig. 8—11. *B. Fraasi* M. S. rechtes Metatarsale II: 8 proximale, 9 dorsale, 10 plantare, 11 mediale Ansicht. S. 80 [231].
Fig. 12—15. *B. Gorringei* M. S., linkes Metatarsale IV: 12 proximale, 13 laterale Seite, 14 mediale Seite, 15 dorsale Ansicht. S. 81 [232].
Fig. 16—18. *B. Andrewsi* M. S., linkes Metatarsale III: 16 proximale, 17 laterale Ansicht, 18 dorsale Ansicht. S. 81 [232].
Fig. 19—21. *B. Fraasi* M. S., rechtes Metatarsale III: 19 proximale, 20 laterale Ansicht, 21 dorsale Ansicht. S. 81 [232].
Fig. 22—24. *B. parvus* M. S., rechtes Metatarsale IV: 22 proximale, 23 laterale Seite, 24 dorsale Ansicht. S. 82 [233].
Fig. 25—27. *B. Andrewsi* M. S., rechtes Metatarsale V: 25 proximale, 26 laterale Seite, 27 dorsale Ansicht. S. 82 [233].
Fig. 28—30. *B. Fraasi* M. S., rechtes Metatarsale V: 28 proximale, 29 laterale Seite, 30 dorsale Ansicht. S. 82 [234].
Fig. 31. Die beiden vorigen Metatarsalia V: Dorsalansicht. S. 84 [235].
Fig. 32—38. Phalangen dritter Ordnung. S. 87 [236].
Fig. 32. Von Mittelzehe von *B. Fraasi*; 32 dorsale, 33 laterale Ansicht.
Fig. 33. Seitenzehe „ „ „
Fig. 34. Mittelzehe „ „ *parvus*.
Fig. 35. Seitenzehe „ „ *Gorringei*.
Fig. 36. „ Mittelzehe „ „ „
Fig. 37, 38. Von Mittelzehe von *B. Fraasi*; 37 dorsale, 38 laterale Ansicht.
Fig. 39—43. Phalangen zweiter Ordnung. S. 86 [235].
Fig. 39, 40. Von Mittelzehe von *B. Fraasi*; 39 dorsale, 40 laterale Ansicht.
Fig. 41. Von Seitenzehe von *B. Fraasi*.
Fig. 42. „ Mittelzehe „ *Andrewsi*
Fig. 43. „ Seitenzehe „ *parvus*.
Fig. 44—52. Phalangen erster Ordnung. S. 85 [234].
Fig. 44—46. Von Seitenzehe des Vorderfußes von *B. Fraasi*; 44 dorsale, 45 laterale, 46 palmar.
Fig. 47 „ „ „ Hinterfußes von *B. Gorringei*; 47 dorsale.
Fig. 49. Von Mittelzehe des Vorderfußes von *B. Gorringei*.
Fig. 50, 51. Von Seitenzehe des Vorderfußes von *B. Fraasi*.
Fig. 52. Von Seitenzehe des Vorderfußes von *B. parvus*.
Alle Abbildungen in ½ nat. Gr.

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 4

GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG DES LOCHENGEBIETS BEI BALINGEN

VON

ERNST FISCHER

MIT 7 TAFELN UND 2 TEXTFIGUREN
UND 1 GEOLOG. KARTE

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Alle Rechte vorbehalten.

Geologische Untersuchung des Lochengebiets bei Balingen.

Von

Ernst Fischer.

Einleitung.

Historischer Ueberblick.

Neben der Sauriergegend von Holzmaden-Boll dürfte wohl kein Gebiet des Schwäbischen Jura so weitverbreiteten geologischen Ruhm besitzen wie das der Lochen[1]) bei Balingen. Eine von der sonst in Schwaben herrschenden wesentlich verschiedene Ausbildung des Weißen Jura hat hier ihren klassischen Boden, und sie bedingt mit den hohen landschaftlichen Reiz der Gegend und die reiche Fülle von Versteinerungen, die immer wieder Naturfreunde, Sammler und Geologen hierher locken.

Schon Hiemer, der Entdecker des schwäbischen Medusenhauptes, sammelte hier[2]), und schon „der alte Buch“ wanderte durch das Gründle[3]). In seiner Abhandlung über den Jura in Deutschland finden sich[4]) unter den Leitmuscheln *Ammonites alternans*, *Galerites depressus* und *Ammonites bifurcatus* vom „Lochenberge bei Bahlingen“ angeführt. Seit ihm haben immer wieder Geologen in der Gegend geweilt, und in einer ganzen Reihe von Schriften sind ihre Schichten und Versteinerungen behandelt und beschrieben worden.

Quenstedt sah sie zuerst[5]) im Herbst 1838. Der alte Dekan Fraas von Balingen, der Vater von Oskar Fraas, selbst ein eifriger Sammler, führte ihn wie zu mancher anderen reichen Fundstelle auch ins Lochengründle. Während sich die Schichten des Braunen Jura ohne Schwierigkeit ins System paßten, führte das Auftreten der Schwämme und ihrer Begleiter im unteren und mittleren Weißen Jura zu Irrtümern bezüglich ihres Alters, die später erst mit einiger Mühe behoben wurden. Im Flötzgebirge Württembergs[6]), 1843, stellte Quenstedt die *Terebratula lacunosa* als Leitfossil für sein γ, die untere

1) Die Lochen, sing. fem. gen., ist die richtige Bezeichnung für den beim Schafberg beginnenden und bis zum Lochenhörnle sich erstreckenden Teil des Steilabsturzes nebst dem darunter liegenden Wald. Daher „Weilheim unter der Lochen“, „hinter der Lochen“ usw. Unrichtig ist dagegen der Gebrauch von Lochen als Plural, wie neben der richtigen Anwendung mehrfach bei Quenstedt und Engel.

2) Quenstedt, Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Balingen. pag. 14.

3) O. Fraas, Geognostische Horizonte im Weißen Jura. Württemb. Jahresh. 1858. pag. 104.

4) a. a. O. pag. 70 u. 75.

5) Begleitworte. pag. 15.

6) a. a. O. pag. 406 u. 498.

Stufe des mittleren Weißen Jura auf und stand nicht an, alle die Schwammschichten des schwäbischen Weißen Jura hier einzureihen. Die Lochen- und selbst die Birmensdorfer Schichten wurden hierher gezogen, und wie er in der Schweiz ein Fehlen des Ornatentons und des ganzen unteren Weißen Jura anzunehmen geneigt war, so gab er auch für die Lochen eine ganz geringe Mächtigkeit des unteren und ein entsprechendes Anschwellen des mittleren Weißen Jura an. Daneben begünstigte wohl die bisweilen schiefe Lagerung der Schichten den Gedanken an ein sekundäres Herabsinken von γ.

In der Folge traten nun freilich die Schwierigkeiten mehr und mehr zutage. Im Jura[1]), 1856–1858, wird das Auftreten der *Terebratula loricata* in einer Region erwähnt, die man schon für β halten sollte. Auch scheinen die feinen Schwammsachen am Böllat und zu Gosheim schon tiefer ins β hinabzugreifen, „allein es läßt sich doch nicht recht klar machen, da gerade an solchen Punkten der untere Weiße Jura überhaupt in geringerer Mächtigkeit auftritt". Aehnlich[2]) wird auch bei der Orientierung über die βγ-Grenze vor den Buckeln und Hörnern gewarnt, „weil da in der Regel infolge von Bergschlipfen und Zerstörungen anderer Art γ sich in das Niveau der wohlgeschichteten Kalke eingesenkt hat". Wenn aber so auch wiederholt die Schwierigkeiten betont werden, so bleibt doch im ganzen alles beim alten. Böllat und Lochengründle sind die unübertroffenen Fundpunkte für γ und liefern eine ganze Menge von Originalen zu den Tafeln der γ-Petrefakten[3]), auf denen sich denn auch die Formen des ganzen unteren und mittleren Weißen Jura begegnen.

Schon 1856 hatte C. Mösch[4]) in der Schweiz das verschiedene Alter von Schwammschichten und ihr erstes Auftreten unmittelbar über dem Ornatenton festgestellt. Aber Quenstedts Autorität überwog in Schwaben; 1858 führte O. Fraas[5]) die unnormale Lagerung des berühmten Lochengründle im gleichen Niveau mit den Ornaten auf die γ-Rutschen zurück, die über die Impressen weg zu Tal geschliffen seien; dasselbe galt vom Böllat, und entsprechend deutet Quenstedt[6]) 1864 auch den Schalksburgfelsen, obwohl im Niveau von β, doch als δ.

Gümbel[7]), 1862, war der erste, der auf Grund seiner Untersuchungen in der Gegend von Streitberg in Franken mit voller Klarheit die Gleichzeitigkeit der dortigen Schwammablagerungen und der Impressatone konstatierte und diese Faciesteilung auch auf höhere Stufen des Weißen Jura ausdehnte. Zugleich sprach er die sichere Vermutung aus, daß auch in Schwaben die scheinbar so abnorme Lagerung von γ sich nur durch dieses Auftreten von Schwämmen in α und β werde erklären lassen. Zu einem ähnlichen Resultat kam Oppel[8]) auf Grund seiner paläontologisch-stratigraphischen Untersuchungen. Ihnen folgte Waagen[9]), der zwar die Lochengegend nur aus Mitteilungen anderer kannte, aber doch in seinem Jura eine völlig zutreffende Deutung der Verhältnisse gab.

Quenstedt[10]) selbst erwähnte zwar in seinen Geologischen Ausflügen 1864 Schwämme in β, ähnlich auch in den Begleitworten zu Blatt Göppingen[11]) 1867, für die Lochen aber blieb er noch bei

1) a. a. O. pag. 602.
2) a. a. O. pag. 601.
3) a. a. O. t. 75—81.
4) C. Mösch, Das Flötzgebirge im Kanton Aarau. 1856. pag. 50.
5) O. Fraas, Geognostische Horizonte im Weißen Jura. Württemb. Jahresh. 1858. pag. 98 u. 104.
6) Quenstedt, Geologische Ausflüge in Schwaben. 1864. pag. 284.
7) Gümbel, Die Streitberger Schwammlager etc. Württemb. Jahresh. 1862.
8) Oppel, Ueber jurassische Cephalopoden. Paläontol. Mitteil. 1863.
9) Waagen, Der Jura in Franken, Schwaben und der Schweiz. 1864. pag. 120.
10) Quenstedt, Geologische Ausflüge in Schwaben. pag. 257.
11) Begleitworte. pag. 12, 14.

der alten Ansicht. 1865 jedoch stellte er, um über alle diese Verhältnisse Klarheit zu schaffen, die Preisfrage der Naturwissenschaftlichen Fakultät[1]): „In den wohlgeschichteten Kalken des Weißen Jura β von Pfullingen etc. kommen Schwämme mit einer ziemlich reichen Muschelfauna vor. Es soll ermittelt werden, wie weit diese von ihren Nachfolgern im Weißen Jura γ abweichen und ob sie etwa als Kolonien jener Schwammformation in den untersten Schichten des Weißen Jura α der Schweiz angesehen werden können." — Die Frage wurde indes nicht gelöst.

Erst bei der geognostischen Aufnahme des Blattes Balingen durch Hildenbrand gelangte auch Quenstedt zu der Ueberzeugung, daß Böllat und Lochengründle nicht γ, sondern α seien, und der Streit, der sich mit Baurat Binder über die Deutung des Profils der Geislinger Steige entspann, gab Gelegenheit, die neue Ansicht über das Auftreten der Schwämme zu publizieren[2]). Das Kartenblatt brachte diese noch ausführlicher zur Darstellung[3]). Hildenbrand, der ja die Hauptaufnahmearbeit geleistet hatte, bemerkte mit Rücksicht auf das landschaftliche Bild, den Blick vom Lochenhörnle auf das Burgfelder Plateau mit Schalksburg und Böllat und die dahinter aufsteigende Kette der γδ-Berge bei Onstmettingen, daß solche Punkte schon früher zur Richtigstellung des Lochengründle hätten leiten sollen. „Allein man vernachlässigte über der reichen Fundstelle nur zu leicht die Betrachtung der Berge"[4]). Dieser Gesichtspunkt der landschaftlichen Gliederung wurde nun für die Kartierung benutzt. Leicht ließ sich überall auch im Schwammgebiet der Steilanstieg der unteren Stufe erkennen. Die über das Plateau sich erhebenden Hügel wurden unten als γ, oben als δ gedeutet. Das Auftreten der Cnemidien in den Schwammfeldern auf der Höhe bestätigte diese Annahme, und die Verkieselungserscheinungen wiesen sogar schon mehr auf ε als auf δ hin.

Schon ehe die Karte selbst erschien, hatte Trigonometer Regelmann an der Hand Hildenbrandscher Notizen seine Messungen gemacht und in den Württembergischen Jahrbüchern für Statistik und Landeskunde[5]) mitgeteilt, eine namentlich bei den damaligen topographischen Karten außerordentlich dankenswerte Arbeit, die neben einzelnen Irrtümern eine ganze Menge wertvoller Angaben, Profile, Mächtigkeitszahlen und tektonische Notizen enthielt. Leider sind dabei auch, wohl sehr zum Schaden der Karte, Hildenbrands Entwürfe (Brouillons) verloren gegangen[6]). Wichtig war diese Arbeit Regelmanns auch dadurch, daß hier zuerst in Schwaben die Unterscheidung zweier Facies, einer Schwamm- und einer Cephalopodenfacies, α, β usw. und α_1, β_1 usw., eingeführt wurde. Freilich[7]) publizierte Regelmann damit nur, was unter seinen geologischen Freunden auf Exkursionen mündlich längst konstatiert worden war.

Engel[8]) führte diese Zweiteilung der Facies in einer größeren Abhandlung über den Weißen Jura in Schwaben eingehender durch und ging dabei namentlich auch auf seine in der Balinger Gegend gemachten Beobachtungen ein. Freilich drückt er sich darin über manches noch etwas unklar aus. So werden die Schichten des Lochengründle einmal als gleichaltrig mit Birmensdorf und als Schwammfacies zu den Transversariusbänken von Lautlingen gestellt, gleich daneben wieder ganz richtig ihre

1) Nach Quenstedts eigenhändigem Eintrag auf der Innenseite des Deckels des „Flötzgebirges Württembergs" im Geologischen Institut Tübingen.
2) Neues Jahrb. f. Mineral. etc. 1871. pag. 862.
3) Erschienen 1877.
4) Begleitworte. pag. 37.
5) a. a. O. 1875. Trigonometrische Höhenbestimmungen für die Atlasblätter Balingen, Ebingen und Horb.
6) Begleitworte. pag. 15.
7) Württemb. Jahresh. 1877. pag. 117.
8) Württemb. Jahresh. 1877. Der „Weiße Jura" in Schwaben.

Lagerung über tonigem Unter α angegeben. Leitfossilien werden in der Einleitung abgelehnt, aber im Verlauf der Abhandlung wieder hervorgezogen. — Den gespaltenen Fels auf dem Schafberg deutet er als β, die Tieringer Schwammfelder als Ober γ, unterlagert von Ton γ, die von Hossingen als δ', und bezüglich der Gipfel des Lochensteins, Hörnles und Böllats wird gesagt, daß es wohl stets zweifelhaft bleiben werde, ob sie als β', γ' oder gar noch δ' zu bezeichnen seien.

Ueber die Ergebnisse jener Arbeit ist ENGEL, soweit sie das Lochengebiet betrifft, kaum wesentlich hinausgegangen. Noch in der neuesten Auflage seines Geognostischen Wegweisers durch Württemberg (1908) findet sich hart neben der im allgemeinen herrschenden Ansicht, daß in Schwaben die Zone des *Transversarius* Schwammschicht und Tonfacies mit Impressen gegenüber als die ältere anzusehen sei, die widersprechende Bemerkung[1]), daß die *Transversarius*-Bank bei uns in Schwaben überhaupt an die Tonfacies sich bindet, „in Schwammgegenden aber zu fehlen scheint (anders dagegen an der Wutach und in der Schweiz)". Den Lochenstein mag man als Ober β' oder gar schon als γ, γ' „denn auch hier ist alles verschwammt" verzollen. Bezüglich der Geltung von Leitfossilien, deren Bedeutung in der glatten Facies längst anerkannt ist[2]), im verschwammten Gebiet, eröffnet das Profil von γ und γ'[3]) trübe Aussichten. In den Schwammfeldern werden Cnemidien und Siphonien als vor anderen an δ' gebunden bezeichnet. „Freilich[4]) in der Hauptschwammgegend gerade, auf dem Heuberg (Felder von Tieringen und Hossingen), wo sie so schön und zahlreich liegen, ist die Grenze zwischen γ' und δ' immer schwer festzustellen. Nur wo die Lamellen dieser Schwämme teilweis verkieselt sind oder wo auf den mitvorkommenden Muscheln, hauptsächlich auf der platten *Terebratula bisuffarcinata*, Silifikationspunkte erscheinen, ist man sicher über das Lager; denn diese Kieselbildungen weisen bestimmt auf das Ober δ, ja wohl schon nach ε hin."

Von Abhandlungen, die einzelne Glieder des Weißen Jura behandeln und sie dem Albrande entlang verfolgen, wurde auch unser Gebiet zuweilen gestreift. So ist hier namentlich die durch ihre ungewöhnliche Klarheit ausgezeichnete Arbeit WUNDTS[5]) zu nennen: „Ueber die Verbreitung der *Transversarius*-Zone in Schwaben". Von großer Bedeutung ist ferner die Abhandlung von HAIZMANN[6]): „Ueber den Weißen Jura γ und δ in Schwaben", der diese von QUENSTEDT wesentlich auf Grund der petrographischen Ausbildung und des landschaftlichen Aufbaues geschaffenen Stufen in eine Reihe paläontologischer Zonen einteilt, wobei dann das Auftreten der Schwämme eine Anzahl von, vielleicht nur scheinbaren, Unregelmäßigkeiten hervorruft.

So zeigt sich noch eine Reihe von namentlich stratigraphischen Fragen bezüglich der Schwammgegend wenig geklärt, und konnte eine nochmalige eingehende Untersuchung der geologischen Verhältnisse des Lochengebietes wohl als lohnend erscheinen. Dazu kam noch eins[7]): Im ganzen Gebiete und namentlich im Zuge Lochenhörnle-Gräbelesberg finden sich Schichtbiegungen, über deren Natur Näheres nicht bekannt war. Während man einerseits wohl daran denken konnte, sie mit dem Wachstum der Schwämme in Zusammenhang zu bringen, durfte andererseits namentlich in Anbetracht

1) Geogn. Wegweiser durch Württemberg. pag. 374.
2) Zwei Grenzbänke im schwäbischen Weißen Jura und ihre Leitammoniten β/γ und γ/δ. Württemb. Jahresh. 1897.
3) Geognostischer Wegweiser. pag. 411.
4) Geognostischer Wegweiser. pag. 425.
5) Württemb. Jahresh. 1883. pag. 148 ff.
6) Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 15. pag. 473 ff.
7) Vgl. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1905. pag. 382.

ihrer großen Regelmäßigkeit und scheinbar weiten Erstreckung auch die Möglichkeit einer tektonischen Entstehung nicht außer acht gelassen werden.

Alle diese Fragen konnten am besten bei einer geologischen Aufnahme des Gebietes ihre Lösung finden, und so kam es zur Ausführung der vorliegenden Arbeit.

Ermöglicht wurde diese Arbeit überhaupt erst durch das Entgegenkommen des Kgl. statistischen Landesamtes in Stuttgart, das mir die topographischen Unterlagen zu dieser Kartierung schon lange vor ihrer Publikation in photographischen Kopien zur Verfügung stellte. Ich möchte nicht versäumen, der hohen Behörde hiermit den gebührenden Dank zu sagen.

Ganz besonders aber möchte ich auch hier meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor v. Koken, der mir die Anregung zu dieser Arbeit gab und sie bis zu ihrer Fertigstellung mit manchem wertvollen Rat unterstützte, meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Geographischer Ueberblick.

Das hier behandelte Gebiet gehört dem westlichen Teil des Nordrandes der Schwäbischen Alb an. Seine höchste Erhebung erreicht es mit 999,8 m im Nordwesten, im Gipfel des Schafberges, seinen tiefsten Punkt da, wo die Eyach im Nordosten das Blatt verläßt mit c. 570. — Drei Talsysteme dringen in das Gebirge ein und gliedern es in eine Reihe von mehr oder weniger selbständigen Plateaustücken. Von den drei entsprechenden Hauptwasseradern führen zwei ihre Gewässer nach Westen und Norden dem Neckar, eines nach Süden der Donau zu. Dementsprechend durchläuft die europäische Wasserscheide unser Blatt. Sie findet sich auf der alten Karte 1 : 50 000 eingetragen. Sie betritt das Gebiet auf dem Plateau des eigentlichen Heubergs von Süden her und läuft nicht weit von seinem Nordrand entfernt gegen Osten. Von der Höhe des Härdtle, wo sie eben Weiß Jura δ erreicht, senkt sie sich plötzlich in nordöstlicher Richtung bis auf Braun Jura ζ herab und schneidet im Dorfe Tieringen das breite Tal. Ebenso rasch erhebt sie sich dann wieder zum Nack (Weiß Jura γ), wendet sich nun ziemlich scharf gegen Süden und folgt auf dem Plateau auf Weiß Jura β und γ im wesentlichen dem Ostrand des Beeratales bis zum Bayenberg (Weiß Jura δ). Dann wieder nach Nordosten gewandt, erreicht sie die δ-Kuppe des Höllwaldes, wo sie sich wieder nach Süden kehrt und in der Nähe von Hossingen das Blatt verläßt.

So ist nur ein verhältnismäßig geringer Teil des Gebietes der Donau tributpflichtig, und als einziger und nicht eben bedeutender Bach verläßt nach Süden zu die Beera das Blatt. Ihren Ursprung hat sie in den Wiesen östlich und südlich von Tieringen, aber erst weiter unten bekommt sie beträchtliche Zuflüsse. In keinem Verhältnis zu ihrer heutigen Wassermenge steht das breite und tiefe, wohl ausgeglichene Tal, das sie innehat, und alles deutet darauf hin, daß hier dereinst ein ganz anderes Gewässer seine Bahn hatte und erst in verhältnismäßig junger Zeit seinen Ablauf nach Westen fand. Liegt doch in der geraden Fortsetzung der Beera das Langental mit dem Oberlauf der Schlichem, der zweifellos dereinst zur Beera gehörte. Aber auch von Westen, aus dem heutigen Talkessel der Schlichem und des Röthebachtales dürfte diese alte Beera ihre Zuflüsse gehabt haben. Es hat sich also auch hier der Vorgang abgespielt, der sich seit vordiluvialer Zeit am ganzen Nordwestrand der Schwäbischen Alb vollzieht, die Verdrängung der älteren südwärts gerichteten Folgeflüsse, die zur Donau gehen, durch die erosionskräftigeren Gegenflüsse des Neckarrheinsystems. — Zum Donausystem gehören auch die Trockentäler der Hossinger Markung, erst auf der $\alpha\beta$-Grenze entspringen ihre kräftigen Quellen.

Das zweite Entwässerungssystem ist das der nach Westen fließenden Schlichem. Ihr Lauf zeigt deutlich die Charaktere des Gegenflusses. Ihr starkes Gefäll und die reiche Gliederung ihres Tales, das rasch die verschiedenen Stufen des Braunen Jura durchschneidet und bei Hausen am Thann wenig über der αβ-Grenze das Blatt verläßt, bilden einen deutlichen Gegensatz zu den entsprechenden Verhältnissen des Beeratales. Ganz vortrefflich läßt sich dieser Unterschied von einem Punkte aus, auf der Kurzensteige, in der Nähe der Wendeplatte, überblicken, ein ausgezeichnet instruktives Bild. — Die Schlichem entspringt am Ende des Langentals aus einer kräftigen αβ-Quelle; rechts und links bekommt sie aus demselben Wasserhorizont weitere Zuflüsse, die heute freilich ihren Weg zum Teil erst durch die Wasserleitungen und Brunnen von Tieringen nehmen müssen, ehe sie sich in einem Bache sammeln. Im Dorfe selbst wendet der Bach, der bisher nach Südosten floß, nach Westen um; diese Richtung behält er nun im wesentlichen bei und bekommt aus den Wiesen zu beiden Seiten weitere Zuflüsse.

Während die beiden bisher besprochenen Bäche ihren Ursprung im Blatte selbst haben, gilt dies nicht von dem dritten; als ein die zwei anderen an Wasserfülle übertreffendes Flüßchen streift die Eyach, von Südosten herkommend, das Blatt. Ihr strömen die Gewässer des Ostrandes im Tobelbach, im Zerrenstallbach und im Hakenbrunnbach zu, aber auch die Bäche des Nordrandes, der Lochenbach und der Hühnerbach führen ihre Wasser schließlich zu ihr hin.

Noch seien kurz die Berge besprochen. Der Albtrauf, der Steilabsturz des Weißen Jura, macht den Hauptcharakter der Landschaft aus. Er bildet zugleich die Grenze zwischen dem Vorland, das sich aus den Hügeln des Lias und Braunen Jura α und den mehr zusammenhängenden Stufen des Braunen Jura zusammensetzt, und den Flächen der Hochebene mit den ihr aufgesetzten Bergen. Vom flacheren Vorland ist nur noch Braun Jura α im Blatte vertreten. Dagegen nimmt der übrige Braune Jura einen nicht unbeträchtlichen Raum ein. Gleichwohl sind seine Stufen gerade hier im ganzen recht wenig breit entwickelt und treten nirgends in größerer Selbständigkeit auf. Zwei Hauptstaffeln lassen sich gleichwohl deutlich unterscheiden, deren Bildung den widerstandsfähigen Schichten von Braun Jura β und Braun Jura γ δ zuzuschreiben ist. Ueber der letzteren erheben sich, erst langsam, dann immer steiler werdend und oft schon von den Schuttströmen des Weißen Jura bedeckt, Braun Jura ε und ζ und Weiß Jura α, bis man unter den gewaltigen weißen Wänden steht, die, vielfach entblößt, weit ins Land hinausschauen. Sie machen in ihrer großen Mächtigkeit, in ihrer durch die Schwammbildung noch gesteigerten Wildheit und Unregelmäßigkeit den Hauptreiz des landschaftlichen Bildes aus, der noch vermehrt wird durch das jähe Sicherheben über die Fläche des Vorlandes und den düsteren Tannwald, aus dem sie emporsteigen. Bald schließen sie sich in langer Mauer zusammen, bald treten mächtige Bastionen drohend gegen das Tal heraus, bald sind sie, wie Wenzelstein und Lochenstein, isoliert und scheinen wie die weißen Inseln eines Urmeeres aus dem Grün emporzutauchen, das ihren Fuß umschlingt.

Weit schweift der Blick von diesen Erhebungen, nach Osten hin über das Albplateau und die ihm aufgesetzten Bergrücken, zum Zollern, über das weitgebreitete Vorland hinüber zum Schwarzwald. Oft leuchtet an Frühlingstagen der schneebedeckte Schild des Feldberges über das Schlichemtal herein, das der Oberhohenberg zu bewachen scheint. Im Süden aber erheben sich in langer Reihe die Schneeberge der Schweizer und der deutschen Alpen. — „Wir fühlen", sagt Quenstedt[1]), „daß wir hier uns in einer Landschaft befinden, die zu den großartigsten des Königreichs gehört."

1) Begleitworte. pag. 33.

Einteilung.

Die geologische Betrachtung des Gebietes gliedert sich nach dem Braunen und dem Weißen Jura, dem Vorland mit den Vorstufen und dem Steilanstieg mit den Hochflächen. Dazu kommt noch, was jüngere Zeiten abgelagert haben.

Der Braune Jura.

Braun Jura α.

Das tiefste im Gebiet auftretende Glied der Schichtenfolge ist *Opalinus*-Ton, Braun Jura α. Er bildet am Nord- und Ostrand das ziemlich breite, hügelig bewegte Vorland, über dem sich dann steiler die verschiedenen Stufen des Braunen und Weißen Jura erheben. Seine Mächtigkeit beträgt etwa 100—110 m. Seine tonige Natur macht ihn für den Ackerbau wenig geeignet, es sind meist feuchte Wiesen, die sich ausbreiten, und nur in nächster Nähe der Dörfer, oder da, wo Schotter ihn bedecken und lockern, wird er unter den Pflug genommen. Tief haben sich überall die Bäche in dieses weiche Gestein genagt und in ihren Betten, besonders in dem der Eyach zwischen Dürrwangen und Laufen, finden sich die Schichten dieser Stufe in senkrechten Wänden von beträchtlicher Höhe erschlossen. Rutschungen, die in der Wutachgegend und sonst häufig sind, treten in unserem Gebiete recht zurück, doch sind sie an einigen Stellen, z. B. rechts der Lochenstraße, ehe man den Wald erreicht, wohl zu beobachten. Ihrer petrographischen Beschaffenheit nach weicht die Schicht kaum von der sonst in Schwaben verbreiteten Ausbildung ab. Es sind fast durchweg dunkle schieferige, bisweilen etwas glimmerige Tone, die sie zusammensetzen.

Im unteren Teil finden sich besonders gern die Nagelkalke eingeschaltet, die QUENSTEDT[1]) aus der Gegend von Frommern besonders preist. Sie sind in dem Aufschluß der Ziegelei gegenüber dem Bahnhof Frommern leicht zu bekommen und bilden dort linsenförmige Einschaltungen von 1—2 m Durchmesser und etwa 20 cm größter Dicke. Ebenda finden sich auch in einem Lager nahe der Basis des Aufschlusses größere Schwefelkieskonkretionen. Versteinerungen scheinen dort sehr selten zu sein.

In diesem unteren Teil zeigen sich einige Lager dichterer Tonschiefer, weiter oben aber wird alles gleichmäßig, dunkle, weiche, etwas glimmerhaltige Schiefertone, leicht zerbröckelnd, setzen die Wände zusammen, die Bachsohle ist glatt abgeschliffen. Bald in Lagen, bald sich in Bänkchen zusammenschließend, bald vereinzelt treten dazwischen Kugeln und Geoden eines zähen grauen Mergels auf. Nach außen sind sie mit konzentrischen leicht abfallenden Hüllen braun bis gelb verrosteten Toneisensteins umgeben, innen frisch grau und oft von dunkleren fucusartigen Bildungen durchwachsen, die zuweilen auch auf der Oberfläche herauspräpariert erscheinen. Auf Adern finden sich in ihnen Kalkspat und wie in den ähnlichen Bildungen von Lias β auch Zinkblende.

Die untere fossilreiche Schicht der Zone des *A. torulosus* liegt bereits außerhalb des Blattrandes. Namentlich in den mittleren Lagen sind die Versteinerungen recht spärlich, selten findet sich einmal ein Belemnit oder ein Bruchstück von *Amm. opalinus*. Die von OSKAR FRAAS im geologischen Teil der Beschreibung des Oberamtes Balingen[2]) erwähnten versteinerungsführenden Bänke dieser Zone scheinen, wenn sie überhaupt nicht nur lokal, am Zillhauserbach, entwickelt sind, im Eyachbett zurzeit nicht auf-

1) Begleitworte. pag. 30.
2) a. a. O. pag. 11.

geschlossen zu sein. Auch dem Petrefaktensammler Gomper in Laufen waren sie nicht bekannt. Nach oben werden indes auch hier die Versteinerungen etwas reichlicher. So findet man namentlich *Pentacrinus Württembergicus* Op. an mehreren Stellen ziemlich häufig, und dürfte diese Anhäufung vielleicht der sonst wohl erwähnten *Pentacrinus*-Bank entsprechen. In der Tat wurden auch einige wenige zerstreute Bruchstücke einer solchen ganz mit Pentakrinengliedern zusammengesetzten Bank gefunden. Daneben liegen Bruchstücke von *Trigonia navis* Lmk., *Leioceras opalinum* Rein., *Lytoceras dilucidum* Op., *Nucula Hammeri* Dfr., *Serpula, Belemnites breviformis* Voltz, *Quenstedti* Op. und *subclavatus* Voltz. Auch von den *Opalinus*-Knollen dieser oberen Fossilschicht fand sich wenigstens ein Exemplar mit mehreren *A. opalinus* Rein., *Trigonia*, *Belemnites* und *Pentacrinus*.

Braun Jura β.

Nach oben steigt das Gelände deutlich an. Zugleich werden die Tone merklich glimmeriger und sandiger. Ueberall zeigt sich die αβ-Grenze schon von weitem leicht erkennbar an dem ersten steilen Anstieg. Unten ist es noch *Opalinus*-Ton, oben strecken die härteren, sandigmergeligen Bänke von β ihre Köpfe heraus. Namentlich in den Bächen sind sie überall aufs beste kenntlich, sie werden in Wasserfällen übersprungen, die sich tief in das unten liegende weiche α einfressen, und dieses durch das ganze Land gleichbleibende Merkmal hat zu der Bezeichnung „Wasserfallschichten" für diese Grenzbänke Anlaß gegeben. So leicht indes die Grenze im großen und ganzen kenntlich ist, so ist es doch nicht ganz einfach, sie überall scharf zu fassen. Der Wechsel wird vorbereitet, die schon sandiger gewordenen Tone, die nun auch leicht rostig werden, schließen sich erst in lockeren Lagen zusammen, und es ist im verwitterten Gestein kaum möglich zu sagen, welches nun die erste eigentliche Bank ist. Ein Vergleich der einzelnen Bänke in den verschiedenen Aufschlüssen ist sehr erschwert, um so mehr als sie untereinander sehr ähnlich und nicht durch Versteinerungen gekennzeichnet sind. Auch sind die weicheren Zwischenlagen ähnlich feinsandig und tonig und wohl nur durch eine geringe Differenz im Bindemittel unterschieden, die Bänke selbst aber, und es hängt dies mit der Entstehung solcher sandiger Ablagerungen zusammen, sind aus wechselnden, bald anschwellenden und auskeilenden, bald länger gleichbleibenden Lagen des feinsandig-mergeligen Gesteins zusammengesetzt. Aufschlüsse sind nicht nur in den Bächen ziemlich reichlich vorhanden, auch die Wege sind vielfach tief in das weiche Gestein eingeschnitten und diese Hohlwege, häufig zu mehreren dicht nebeneinander, da der Weg wechselte, sind mit ein Charakteristikum dieser Grenzbänke.

Der Steilanstieg der Grenze und der unteren β-Schichten läßt sich im Norden und Osten trefflich verfolgen, im Westen reicht Braun Jura α nur bis zu der Mühle unterhalb Hausen, wo, etwa 1 km vom Blattrand entfernt, die Schlichem mit einem Wasserfall β verläßt. — Ueber der Kante wird das Gelände etwas weniger steil und Ober β bildet nun zusammen mit Unter γ eine Terrasse, die untere des Braunen Jura. Freilich ist diese noch vielfach steil genug, so daß sie nur an wenigen Stellen, wie in der Umgebung der auf β liegenden Dörfer Laufen an der Eyach und Hausen am Thann, sowie in der Nähe von Weilheim der Bebauung unterworfen, im übrigen aber mit dichtem Tannwald bestanden ist. Innerhalb dieses weniger steilen Anstiegs treten dann freilich noch einige weitere, lokal recht deutliche Stufen hervor, die aber doch nicht die durchgehende Bedeutung der Hauptstufen erlangen.

Die Gesamtmächtigkeit von β beträgt ca. 48 m. Es folgen einige Profile, welche die Ausbildung und Gliederung veranschaulichen.

I. Profil am Bahnwärterhaus (Hakenbrunntal).

Unter β.

a)	normale α-Tone.	
b)	die Tone werden allmählich sandiger und glimmeriger	ca. 10 m
c)	dünnschichtig-plattiges Kalkbänkchen mit Fucoiden, Glimmer	0,04 „
d)	immer sandiger werdende rostige Tone, zum Teil schon, wie zwischen m 4 u. 5, sich bankartig sammelnd. *Pholadomya* sp.	6,80 „
e)	feinsandig-mergelig, rostiges Bänkchen	0,20 „
f)	wie d	2,00 „
g)	härtere Sandkalkbank	0,30 „
h)	Zwischenmergel ähnlich f, sandig-glimmerig	1,10 „
i)	wie g	1,10 „
k)	wie h	1,00 „
l)	sandig-weiches Mergelbänkchen	0,20 „
m)	wie h	1,30 „
n)	eigentliche härtere, kalkige Sandmergelbank	0,20 „
o)	daran anschließend weichere sandige Schichten	0,90 „
p)	wie h	1,10 „
q)	härteres Bänkchen	0,20 „
r)	wie h	0,70 „
s)	harte kalkige Belemnitenbreccie	0,05 „
t)	wie q	0,15 „
u)	dunkle Tone	1,00 „
v)	dunkle Tone, ganz erfüllt mit Posidonienschälchen	0,50 „
w)	Tone schlecht aufgeschlossen	5—6 „
x)	glimmerreiche dünne Kalkbänkchen mit Spuren.	

II. Profil unter der Lochensteige.

Unter β.

a)	α-Tone allmählich sandiger und glimmeriger werdend	10 m
b)	sandig-mergeliges Bänkchen	0,20 „
c)	wie a	0,75 „
d)	erste eigentliche, harte, sandig-kalkige Bank	0,60 „
e)	weichere, sandige Mergel	1 „
f)	harte, dunkle, sandig-mergelige Bank	1,80 „
g)	weichere Zwischenschicht	0,30 „
h)	härtere Bank, ähnlich f	0,20 „
i)	wie l	5 „
k)	wie h	1 „
	nicht aufgeschlossen.	

III. Profil Lochenbach.

a) glimmerig-sandiger werdende Tone von α.		
b) härteres, sandiges Mergelbänkchen		0,30 m
c) weiche, dunkle, sandige Mergel		1,90 „
d) harte, dunkle Kalkmergelbank	2,20	0,50 „
e) weiche Zwischenschicht		0,60 „
f) wie d		1,10 „
g) sich anschließende weichere Bänke		1,00 „
h) weiche sandige Mergel	4,25	1,10 „
i) härteres eingeschaltetes Mergelbänkchen		0,15 „
k) wie h		3,00 „
l) harte, dunkle Hauptbank, ähnlich d		0,60 „
m) nicht aufgeschlossen		3,30 „
n) dunkle Tone, nach 2 m mit geodenartigem, verrostetem Mergelbänkchen, Zinkblende		4,70 „
o) sandig-kalkige dünne Bänkchen, Spurenbank		0,25 „
p) weitere ähnliche Bänkchen		0,20 „
q) dunkle Tone		0,80 „
r) Kalkmergelbänkchen mit kleinen Geröllen		0,20 „
s) dunkle Tone		4 „
t) 2 Bänke, sandig-kalkig, dünnplattig mit Schwefelkies		0,40 „
u) sandige dunkle Tone		7 „
v) sandig-kalkige Bänke, oben dünnplattig		1,70 „
w) dunkle Tone mit vielen rostigen Geoden		4,20 „
x) graue harte Kalkbank		0,20 „
y) wie w		5 „
z) oolithische verrostete Geröllbank, *Sowerbyi*-Bank		0,10 „
a_1) dunkle Tone		0,10 „
b_1) 2. Geröllbank mit kleineren Geröllen		0,10 „
c_1) wie a_1, allmählich sandiger werdend		1,70 „
d_1) sandige Bank mit *Cancellophycus scoparius* THIOLL.		0,20 „
e_1) weitere sandreiche Schichten mit „Wedeln“		4,50 „
f_1) härtere Wedelbank		0,50 „

IV. Profil am Hakenbrunnbach.

a) dunkle, harte Sandmergelbank	1 m
b) weichere, dunkle, sandige Mergel	1 „
c) wie a, in mehrere Bänke getrennt	1,70 „
d) dunkle, weiche Mergel mit einzelnen dünnen zwischenliegenden Bänken, zuletzt senkrecht unter der Bank e	3,80 „
e) wie a	1 „
f) nicht aufgeschlossen, oben dunkle Tone	6,80 „

g)	geodenartiges Mergelbänkchen, Zinkblende	0,10 m
h)	dunkle Mergel	0,80 „
i)	2 harte glimmerreiche, dünnplattige Bänke mit Spuren	0,50 „
k)	dunkle Tone	1,70 „
l)	Mergelkalk mit kleinen Geröllen	0,20 „
m)	nicht aufgeschlossen, meist Tone	11,30 „
n)	härtere Bank	0,25 „
o)	nicht aufgeschlossen	0,40 „
p)	2 harte Sandkalkbänke	0,50 „
q)	Geröllage, zum Teil kryptoolithisch, *Rhynchonella* sp.	0,50 „
r)	nicht aufgeschlossen, wohl Tone	4,10 „
s)	Mergelbänkchen mit kleinen Geröllen	0,15 „
t)	dunkler, geodenreicher Ton	7,20 „
u)	oolithisch-rostige Geröllbank, *Sowerbyi*-Bank	0,15 „
v)	dunkle Tone	0,15 „
w)	hellgraue harte Kalkbank	0,15 „
x)	wie v, sandiger werdend	0,90 „
y)	sandige Bank mit *Cancellophycus scoparius* THIOLL.	0,15 „
z)	Wedelsandschichten, Bänke und Zwischenlager.	

V. Profil an der Schalksburgsteig.

Ober β.

a)	graue, etwas sandige, glimmerarme Tonmergel, wenig Geoden	über 1,00 m
b)	Kalkmergelbänkchen mit kleinen Geröllen, Schwefelkies	0,05 „
c)	blaugraue Kalkbank, vereinzelte Gerölle, Glimmer, Muschelreste	0,20 „
d)	nicht aufgeschlossen, wohl wie e	1,50 „
e)	dunkle Tone, rostige Geoden	1,30 „
f)	Lage größerer kalkiger Geoden mit septarienartigen Sprüngen	0,10 „
g)	dunkle Mergel	2,50 „
h)	wie f	0,05 „
i)	wie g	0,45 „
k)	sandig-kalkige Bank	0,20 „
l)	sandig-mergeliges Zwischenlager	0,40 „
m)	wie k	0,20 „
n)	graue, platte glimmerarme Tonmergel	0,95 „
o)	Bank mit Geröllen, *Ostrea calceola* ZT., nach GOMPER *Discus*-Bank	0,10 „
p)	dunkle, geodenreiche Tone	4,80 „
q)	dichte, graue Kalkbank, Schwefelkies	0,20 „
r)	wie p	1,55 „
s)	Kalkmergelbänkchen mit Geröllen, Zinkblende	0,15 „
t)	sehr geodenreiche dunkle Tone, in den Geoden zum Teil Blende	4,90 „
u)	oolithisches Lager mit Geröllen, nach GOMPER *Sowerbyi*-Lager	0,15 „

v) dunkle Tone voll *Ostrea calceola* Zt. 0,30 m
w) obere geröllärmere hellgraue Kalkbank, *Gryphaea sublobata* Dsh. 0,10 „
x) dunkle Tone 1,10 „
y) Mergelbank mit einzelnen größeren Oolithkörnern 0,10 „
z) sandiger werdende Mergel, *Bel. Gingensis* Op.

VI. Gesamtprofil, kombiniert.

a) Feinkörnige Sandsteine und sandige Tone (Wasserfallschichten) ca. 11 m

50—100 Sandstein
150—100 Mergel
200—250 Sandstein
550—500 Mergel
50—100 Sandstein

[I d—r, II d—k, III b—l, IV a—f]

b) Tonige Schichten, zum Teil nicht aufgeschlossen 7—8 „
[I (r—w), III (m, n), IV (f—h)]

c) Spurenbänke, Zopfplatten 0,50 „
[I x, III (o, p), IV i]

d) Tone mit eingeschalteten Geröllbänkchen 13—14 „
[III (q—u), IV (k—o), V (a—i)]

e) Sandig-kalkige Bänke, oben dünnplattig mit Versteinerungen oder Geröllen, *Discus*-Bank 1,70—2 „
[III v, IV (p, q), V (k—o).]

f) Dunkle Tone mit Geoden ca. 8—11 „
[III (w—y), IV (r—t), V (p—t)]

g) *Sowerbyi*-Grenzbank, Beginn von γ
[III z, IV u, V u]

Schon oben wurde die Schwierigkeit einer Gliederung der Sandsteinlagen der Wasserfallschichten besprochen. Eine solche einheitlich für das Blatt durchzuführen, ist mir nicht gelungen. Doch zeigen die Aufschlüsse westlich von Profil III die hier und in Profil II gegebene Einteilung, die schematisiert in Profil VI wiederholt wurde. Auch einige Aufschlüsse der Ostseite (Eyachtal) lassen sich damit noch vergleichen, andere, wie z. B. Profil I und IV, zeigen keinerlei Uebereinstimmung. Es dürfte daher wohl das Beste sein, die ganze wesentlich feinsandig-mergelige Masse mit ihren 10—11 m Mächtigkeit ungegliedert beisammen zu lassen. Fossilien finden sich darin selten genug. Es sind unten schlechte Pholadomyen und *Leioceras*-Formen[1]), die zum Teil wohl noch zu *Leioceras opalinum* Rein. zu stellen sind[1]), zum Teil wohl auch, wie *A. (Leioceras) opalinus fuscus* Q. (Quenstedt, Ammoniten des Schwäbischen Jura. t. 60 f. 6) und *A. latumbilicus* Q. ähnliche Formen (Quenstedt, Ammoniten. t. 57 f. 14)' eigenen Arten angehören mögen. Leider verbietet ihre Erhaltung meist eine genauere Bestimmung.

Die Sandsteine wurden früher und werden heute noch gelegentlich zu Bauzwecken gebrochen, wobei sie, leicht zerfrierbar, ein recht schlechtes Material liefern, das denn auch mehr und mehr von den Backsteinen (Braun Jura α) verdrängt wird.

1) Cf. Quenstedt, Jura. pag. 330.

Ueber den sandigen Bänken folgt gewöhnlich ein Zwischenraum nicht aufgeschlossener Schichten (II l, III m, IV f). Im Profil I zeigt sich jedoch gerade dieser Uebergang in die höher folgende tonige Schicht wohl aufgeschlossen. Es fand sich hier eine vorzüglich aus Belemnitenstücken zusammengesetzte Breccie; etwas höher dunkle Tone, ganz erfüllt mit den Schälchen einer kleinen *Posidonia*, die der *Pos. opalina* Op. jedenfalls nahesteht. Dieselbe Posidonienschicht wurde beim Graben einer Wasserleitung an der Straße Laufen-Lautlingen, gegenüber der Fabrik, gleichfalls aufgedeckt und überlagerte auch hier eine Geröllschicht[1]).

Darüber folgen nun 7—8 m weitere Tone mit gelegentlich dazwischen gelagerten dünnen Bänkchen von tonigem Brauneisenstein, in dem sich gleichfalls wieder, wie in dem analogen Vorkommen in Braun Jura α, Zinkblende findet. Dann kommen harte, dünnplattige, auf den wellig gebogenen Schichtfugen mit Glimmer bedeckte Bänkchen, mit einzelnen Zöpfen, Spuren usw. Sie entsprechen Quenstedts Zopfplatten vom Zillhauser Bach, zeigen aber doch bei weitem nicht denselben Reichtum an seltsamen Formen wie jene. In die nun weiter folgenden Tonlagen schalten sich da und dort Geoden ein, auch Kalk- und Mergelbänkchen mit „Geröllen", kleinen, meist gerundeten, erbs- oder nußgroßen Kugeln eines mergeligen Materials, die dichtgedrängt jene Bänke erfüllen, und die vielleicht gleich den weiter oben folgenden größeren Kugeln des *Sowerbyi*-Ooliths als Phosphorsäurekonkretionen angesehen werden können. Andererseits darf wohl auch der Gedanke an eine Aufarbeitung des Meeresgrundes in Betracht gezogen werden. Diese Bänke, die auch sonst eine gewisse Rolle im Braun Jura β spielen, dürften ihrer Stellung in den Profilen nach (vgl. III r, IV l, V b) untereinander nicht gleichzeitig sein. Ihre Entstehung oder doch Ablagerung hätte sich also wiederholt, aber lokal begrenzt abgespielt, und in der Tat ließen sich in einem Profil der Nordseite des Zerrenstalltales mehrere übereinander nachweisen, von denen eine V b entsprach.

Die Tone werden von einer sandig-kalkigen Schicht überlagert, die im ganzen etwa 1 m stark sich in mehrere durch Schichtfugen oder weichere Zwischenschichten getrennte Bänke von hartem, kalkigem Sandstein teilt. Frisch sind sie blaugrau, verwittert, wie überhaupt die sandigen Schichten von Braun Jura β und γ, gelblich. Unmittelbar auf diese Bänke legen sich nun im ganzen Nordwesten weitere etwa 70 cm dünnplattige Kalk- und Sandkalkbänke, zum Teil kryptoolithisch, die sich häufig durch ihren beträchtlichen Reichtum an Fossilien auszeichnen. Es sind dies die sogenannten *Discus*-Bänke nach dem in ihnen vorkommenden *Oxynoticeras* (*Stauffenia* Pomp.) *Stauffense* Op., das Quenstedt als *Amm. discus* bezeichnete[3]). In der Umgebung von Hausen und ebenso am Nordabhange des Schafbergs bilden diese Bänke einen so ausgezeichneten, auch im Gelände so deutlich hervortretenden Horizont, daß sie im Blatte selbst vermerkt werden konnten. Ihr Reichtum an Versteinerungen ist oft geradezu erstaunlich. So erscheinen sie z. B. bei Hausen wie zusammengesetzt aus den Schälchen von *Pseudomonotis elegans* Mstr. und *Pecten pumilus* Lmk., wozu sich noch eine ganze Anzahl weiterer schöner Formen gesellen. Die einzelnen Lagen erscheinen dort in Kreuzschichtung, was große Strand-

1) In den Sammlungen des Tübinger Geologischen Instituts fanden sich ähnliche Posidonien mit der Etikette: „*Posidonia* unter der Zopfplatte, Galgenberg bei Gammelshausen" vor.

Auch Schalch (Mitt. d. Bad. Geol. Landesanstalt. 1899. pag. 575) nennt eine *Posidonia* cf. *opalina* aus β als häufig am Großhaldenwald bei Geißlingen. Doch scheint die unsere im Gegensatz zu der dort genannten sich mehr Quenstedt, Jura. t. 42 f. 4 als t. 45 f. 11 zu nähern, ist aber doch auch größer als diese.

2) Vgl. Gaub, Die jurassischen Oolithe der Schwäbischen Alb. Geolog. u. Paläont. Abh. N. F. Bd. 9. Heft 1.

3) Ueber das Lager des *A. discus* Q. bestehen gewisse Widersprüche in der Literatur, die jedoch ihre Lösung darin finden, daß es offenbar deren 2 gibt, ein unteres wenig über der αβ-Grenze und ein oberes, das hier gemeint ist. Ob und inwieweit sich ihre Einschlüsse unterscheiden, müßte erst spezieller untersucht werden.

nähe oder doch sehr geringe Tiefe des Meeres vermuten läßt. — Wenn nun auch dieser Reichtum an Versteinerungen auf den Westen des Blattes beschränkt erscheint und jenseits der Lochenstraße bald nachläßt, so treten die leitenden Muscheln doch immer wieder in den entsprechenden Bänken auf und sammeln sich auch gelegentlich, wie z. B. auf der Südseite des Zerreustalltales, wieder in größerer Menge an. Dazwischen aber werden sie, und es ist dies wohl beachtenswert, ersetzt durch die „Gerölle". Es ergab sich dies nicht bloß aus der Vergleichung der Profile, sondern auch unmittelbar durch Verfolgen der Schicht an dem oben genannten Fundpunkte im Zerrenstalltal. Auch im Profil V unter der Schalksburg ist die mir von dem Petrefaktensammler Gomper als *Discus*-Bank bezeichnete Schicht als eine solche „Geröllage" ausgebildet. Ebenda zeigten sich zwischen den unteren Sandsteinbänken und der oben folgenden *Discus*-Schicht etwa 1 m platte Tone eingeschaltet (V n), die sonst fehlen. Dies mag nun eine rein lokale Erscheinung sein oder auf weiter greifender Gesetzmäßigkeit beruhen, jedenfalls erstreckt sich die *Stauffensis*-Bank selbst noch weiterhin, und ich stehe nicht an, sie einerseits mit den *Discus*-Bänken des Wutachgebiets[1]), andererseits mit den Trümmeroolithen des Heininger Waldes, die ebenfalls *Trigonia striata* Q. führen, zu vergleichen; ja noch darüber hinaus finde ich ihre Fortsetzung im fränkischen Jura in der von L. Reuter angeführten Bank harten Kalksandsteins mit Muschelresten, die er ebenso, wie ich die *Discus*-Bank, mit der von O. Fraas als „Dachgestein des oberen Flötzes" beschriebenen Muschelbank von Wasseralfingen vergleicht[2]).

Ueber diesen *Discus*-Platten folgt ein dunkles toniges Gebirge, reich an Lagen der rostbraunen Geoden; diese treten gerade hier in ungewöhnlicher Masse auf und drängen sich mit ihren frisch gelben und roten Tönen sehr hervor, zuweilen treten sie auch hier in wahren Bänken zusammen. Innen sind sie frisch grau und ebenfalls wieder mit Adern von Blende durchzogen, daneben findet sich in ihnen Schwefelkies in feinster Verteilung, angesammelt auf den zarten Petrefaktenschälchen, die sie ebenso wie feine Glimmerplättchen umschließen. Bisweilen scheinen sich auch Ammonitenreste in solchen Konkretionen zu verbergen. Die Mächtigkeit der Geoden führenden Schicht ändert sich in gesetzmäßiger Weise, indem sie von Ost nach Westen zu abnehmen. Während sie unter der Schalksburg noch 11,00 m messen (Profil. V), zeigt Profil IV 11,45, Profil III nur noch 9,40 m und bei Hausen machen sie nur noch 8 m aus. Mag da oder dort ein lokales Zunehmen oder Zusammenschrumpfen diese Zahlen etwas zufällig erscheinen lassen, im ganzen ist diese Abnahme doch sicher eine gesetzmäßige. Entsprechend verschwinden auch die bankartigen Einlagerungen in den Tonen, deren es in Profil V noch 2, in Profil III nur noch eine ist, nach Westen hin völlig, und so möchte ich auch das vorhin erwähnte Auftreten einer Tonlage in Profil V n und ihr Fehlen in den westlichen Profilen nicht für rein lokal halten, sondern auch sie von Osten nach Westen zu auskeilen bzw. durch andersartige Ausbildung ersetzt werden lassen.

Indes, wie immer diese Tone sich verhalten, gleichmäßig und gleichartig legt sich über sie im ganzen Gebiet die schon bei γ zu besprechende Grenzbank des *Sowerbyi*-Ooliths.

1) F. Schalch, Die geologischen Verhältnisse der Bahnstrecke Waizen-Immendingen. Mitt. d. Bad. geol. Landes-Anstalt. Bd. 2. 1893. pag. 166 ff. Profil I No. 2; Profil III No. 20. — Ders., Der Braune Jura des Donau-Rheinzuges. Ebenda. Bd. 3. 1899. pag. 573. — E. Horn, Die Harpoceraten der *Murchisonae*-Schichten des Donau-Rheinzuges. Mitteil. d. Bad. geol. Landesanstalt. Bd. 6. 1910. pag. 258.

2) L. Reuter, Der obere braune Jura am Leyerberg bei Erlangen. Sitz.-Ber. Phys.-med. Soz. zu Erlangen. Bd. 41. 1909. pag. 95. — Ders., Die Ausbildung des oberen Braunen Jura im nördlichen Teil der Fränkischen Alb. Geogn. Jahresh. Bd. 20. pag. 64. — O. Fraas, Begleitworte zu Blatt Aalen. 1891. pag. 12. — Engel, Wegweiser. pag. 301 u. 304. — Deffner u. Fraas, Die Juraversenkung bei Langenbrücken. N. Jahrb. f. Min. 1859. pag. 31. — Quenstedt, Jura. pag. 338.

Fossilliste für Braun Jura β.

Gyrochorda comosa Heer („Zöpfe“)
Taonurus (Cancellophycus) scoparius Thiolle.
Stephanophyllia sp.
Pentacrinus Württembergicus Op.
Rhynchonella sp.
Posidonia sp. cf. *Suessi* Op.
Ostrea calceola Ziet.
Gryphaea calceola Q.
**Pecten demissus* Phil.
* „ *lens* Sow.
* „ *personatus* Z. = *pumilus* Lmk.
**Pseudomonotis elegans* Mstr.
**Gervillia* cf. *subtortuosa* Op.
**Inoceramus fuscus* Q.
* „ *amygdaloides* Gf.
**Modiola plicata* Sow.
„ *cuneata* Sow.
Nucula bebeta Q.
**Trigonia formosa* Lyc. = *striata* Q.
„ *costata* Park.
Astarte elegans Sow.
* „ *Aalensis* Op.
**Tancredia donaciformis* Lyc.
* „ *axiniformis* Phil.
* „ cf. *Rollei* Op.
* „ *Lycetti* Op.
**Protocardia* sp.
Pronoe Aalensis Q.
*cf. *Quenstedtia oblita* Phil.
Pholadomya cf. *reticulata* Ag.
Pleuromya Aalensis Q.
„ *ferrata* Q.
**Homomya dilatata* Phil.
**Oxynoticeras Stauffense* Op.
Leioceras sp.
„ cf. *uncum* Buckman
* „ *sinon* Bayle
„ *helveticum* Horn
Ludwigia Murchisonae Sow.
„ *obtusa* Q.
„ *obtusiformis* Buckman
Belemnites breviformis Voltz
„ *Quenstedti* Op.

Anm. Die mit * bezeichneten Fossilien stammen aus den *Stauffensis*-Bänken.

Braun Jura γ.

Die Grenzbank und unterste Lage des *Sowerbyi*-Ooliths stellt ein petrographisch ungemein charakteristisches, leicht wiederzuerkennendes Gebilde dar. Es ist ein frisch grünlich oder bläulichgraues, verwittert braunes Gestein, das sich aus einer Masse feiner Oolithe, organischer Fragmente und zahlreichen eingelagerten gerundeten Knollen eines feinen mergelig-kalkigen und zuweilen glimmerigen Gesteins zusammensetzt. Es ist von diesen Knollen, die für den *Sowerbyi*-Oolith typisch erscheinen und die von Schalch [1]), Mühlberg [2]) und Greppin [3]) aus der Wutachgegend und der Schweiz ebenso wie von Quenstedt [4]) und Engel [5]) aus der Göppinger Gegend und von Münster, Waagen und Reuter [6]) aus Franken erwähnt werden, wohl schon als von Geröllen die Rede gewesen [7]). F. Gaub [8])

1) Schalch, Der Braune Jura des Donau-Rheinzuges. Mitt. d. Bad. geol. Landesanst. Bd. 3. 1899.

2) Mühlberg, Vorläufige Mitteilung über die Stratigraphie des Braunen Jura im nordschweizerischen Juragebirge. Ecl. Geol. Helv. Bd. 6. Heft. 4. pag. 300—304.

3) E. Greppin, Descr. des fossiles du Baiocien sup. pag. 7. Mém. de la Soc. pal. suisse. T. 15—17. t. 20 f. 22—24.

4) Quenstedt, Jura. pag. 366.

5) Engel, Geogn. Wegweiser. pag. 309.

6) Waagen, Zone des *A. Sowerbyi* an verschiedenen Stellen. — Reuter, Die Ausbildung des oberen Braunen Jura im nördlichen Teil der Fränkischen Alb. Geogn. Jahresb. Bd. 20. 1908. pag. 87.

7) Vgl. M. Vacek, Ueber die Fauna der Oolithe vom Kap. S. Vigilio. Abh. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. 12. 1886. pag. 120 ff.

8) Gaub, Die jurassischen Oolithe der Schwäbischen Alb. pag. 44 ff. Geol. u. Paläont. Abh. N. F. Bd. 9. Heft 1.

geht in seiner Arbeit über die jurassischen Oolithe der Schwäbischen Alb näher auf sie ein und erklärt sie auf Grund seiner Analysen für Phosphatkonkretionen. Ihre große Armut an Versteinerungen kann ich bestätigen, nur ein paar Fischschuppen habe ich in einer gefunden; die schwachen Eindrücke auf ihrer Oberfläche möchte ich auch nicht alle als Bohrlöcher oder Reste von solchen betrachten, doch kommen auch ganz zweifellose in ihnen vor. Da ich mich mit der Frage ihrer Entstehung nicht eingehender beschäftigt habe, möchte ich hierüber keine bestimmte Ansicht vertreten; immerhin können Phosphatanreicherungen auch bei aufgearbeitetem Material vorkommen, und eine ganze Anzahl von Merkmalen weist dieser Schicht ohnehin nur geringe Meerestiefe zu, in der man derartige Aufarbeitungen ohne weiteres erwarten kann.

Die *Sowerbyi*-Bank hat mir selbst den leitende Ammoniten nicht geliefert, doch bezeichnete mir der Petrefaktensammler Gomper in zwei Profilen übereinstimmend diese Bank als seinen Fundort. Die unterliegenden Tone mit den Toneisensteingeoden möchte ich nach dem Fund eines *A. Murchisonae* Sow. im Gegensatz zu Schalch [1]), der die *Sowerbyi*-Schichten mit ihnen beginnt, noch zu β ziehen. Freilich hat auch diese unterste *Sowerbyi*-Bank Formen der *Murchisonae*-Gruppe geliefert, eine etwas höhere Oolithbank (Profil VII d) ein abgerolltes Stück, das ich diesem Ammoniten selbst zuschreiben möchte. Indes spricht sich ja schon Waagen [2]) zweifelnd darüber aus, ob Formen der unteren Zone sich nicht auch ab und zu in der höheren fänden, und auch Herr Dr. Gaub hat, einer liebenswürdigen Mitteilung zufolge, ähnliche Beobachtungen gemacht.

Indes genug der Grenzbank. Braun Jura γ zeigt sich in seinem unteren Teile vorwiegend sandig, in der Mitte tonig, oben sandig-kalkig. Er bildet in seinem unteren Teile zusammen mit Ober β eine verhältnismäßig sanft ansteigende Terrasse, erhebt sich dann in seinem oberen Teile immer steiler und liefert ganz oben und in den Grenzschichten die harten Bänke, die den eigentlichen Kern und die Ursache des zweiten großen Steilanstieges im Braunen Jura bilden. Die Mächtigkeit von γ beträgt etwa 38 m. Im ganzen ist sein Gebiet, wie schon β, mit Wald bestanden, der jedoch in der Umgebung von Laufen und Hausen von Baumwiesen und Aeckern verdrängt wird.

VII. Profil an der Schalksburgsteige.
(Fortsetzung von Profil V.)

a) Oolithische Lage mit angebohrten Geröllen, nach Gomper *Sowerbyi*-Oolith	0,15 m
b) dunkle Tone mit *Ostrea calceola* Q. und *Rhynch. parvula* Desl.	0,30 „
c) helle Kalkbank mit weniger Geröllen	0,10 „
d) dunkle Tone	1,05 „
e) Mergelbank mit einzelnen größeren Oolithen	0,10 „
f) immer sandiger werdende Mergel	0,20 „
g) erste eigentliche Wedelbank, *Taonurus scoparius* Thioll.	0,10 „
h) sandige Mergel, ursprünglich dunkel, verwittert heller gelblich, zum Teil ganz erfüllt mit Wedeln	2,30 „
i) Wedelsandsteinbank hart, kalkreich	0,20 „
k) wie h	1,30 „
l) weitere Wedelsandsteinbänke, ähnlich i	0,60—0,70 „

1) Schalch, Mitteil. d. Bad. geol. Landesanstalt. Bd. 3. 1899.
2) Waagen, Zone des *A. Sowerbyi*. pag. 92 (pag. 598). Beneckes Geogn.-pal. Beitr. Bd. 1. Heft 3.

m) glimmerige dunkle, etwas sandige Mergel	4,50 m
n) harte dunkle Wedelbank, außen verrostet	0,25 „
o) dunkle, sandige Tone	7,90 „
p) harte Kalkbank mit *Serp. soc.*, außen rostig, innen voll mit Schwefelkies	0,10 „
q) wie o	0,20 „
r) wie p	0,10 „
s) dunkle, sandige Mergel	4,00 „
Quelle	
t) wie s	3,00 „
u) harte kalkige Bank	0,20 „
v) wie s, doch sandiger und glimmerreicher	6,20 „
w) erste harte, sandige Blaukalkbank	0,25 „
x) wie s	0,30 „
y) wie w	0,25 „
z) wie s	0,30 „
a_1) wie w	0,25 „
b_1) wie s	3,00 „
Basis der Steinbrüche	
c_1) harte Bank, sehr kalkreich	0,50 „
d_1) oolithisch werdende Bänke, nach oben mit Austern etc.	1,00 „

VIII. Profil am Damm bei Hausen a. Th.

Unter γ

a) Sehr geodenreiche, dunkle schiefrige Tone, *A. Murchisonae*	ca. 6,00 m
b) braune oolithische Bank mit großen „Geröllen“	0,20 cm
c) dunkle Zwischentone	0,35 m
d) Mergelbank mit einzelnen großen Oolithen, *Pholadomya* sp.	0,10 „
e) sandige Mergel mit *Bel. Gingensis* Op.	ca. 0,70 „
f) Wedelsandsteinbank	0,20 „
g) wie e	0,20 „
h) wie f	0,20 „

Die erste tiefste *Sowerbyi*-Bank (VIIa, VIIIb) wurde bereits besprochen. Sie findet sich in vollkommen ähnlicher Weise wie bei Laufen auch am Nordhang des Gebirges und bei Hausen entwickelt. Ueberall leicht kenntlich und an sehr vielen Punkten aufgeschlossen, gestattet sie die Grenze mit großer Sicherheit zu ziehen. Namentlich in der Umgebung des letztgenannten Ortes hat sie mir einige hübsche Fossilien geliefert: *Pecten Gingensis* Q., cf. *Genis* d'Orb., *Gryphaea sublobata* Desh. und *calceola* Q., *Ostrea crenata* Gf., cf. *eduliformis* Schl. und *Chenostreon pectiniforme* Schl., sowie *Ludwigia similis* Buckman und *Ludwigia* sp. — Die darüber folgenden Tone mit der kleinen *Ostrea calceola* sind in der Umgebung von Laufen sehr typisch; bei Hausen konnte die Muschel nicht gefunden werden. Ebenso scheint dort jene helle Kalkbank mit spärlicheren Geröllen zu fehlen, die im Osten regelmäßig auftritt (Profil IIIb_1, IVw, Vw, VIIc). Sie lieferte am Wege Laufen — Gräbelesberg, wo dasselbe Profil, wie unter der Schalksburg, und gleichfalls trefflich aufgeschlossen, sich findet.

den Durchschnitt einer Koralle, Austern, *Rhynchonella parvula* Desl. und *Bel. Gingensis* Op. Auch sie enthält, ebenso wie die unterste *Sowerbyi*-Bank, Schwefelkies und Zinkblende. Die den darauffolgenden Tonen eingelagerte Mergelbank mit vereinzelten Oolithen wird zwar an einigen Stellen durch eine Lage petrographisch ähnlicher Knollen ersetzt, scheint sich aber doch immer wieder finden zu lassen. Darüber werden die Mergel allmählich sandiger, sie enthalten außer Knollen von Schwefelkieskristallen auch einen gewissen Reichtum an Fossilien, z. B. *Amm. discites* Waag., *Gresslya latirostris* Ag., *Gryphaea sublobata* Desh., Austern, Bryozoen usw. Bezeichnend für diese Region ist namentlich das häufige Auftreten von *Bel. breviformis* Voltz und *Bel. Gingensis* Op. Bald schließen sich einzelne Lagen in den sandigen Mergeln zu Bänken zusammen, die insgesamt eine Mächtigkeit von rund 5 m haben. Sie sind im frischen Zustand dunkel, verwittert werden sie hellgelblich, und überall sind sie leicht kenntlich daran, daß ihre Oberflächen ganz bedeckt sind mit den wedelartigen Bildungen von *Taonurus scoparius* Thioll., die Schalch in treffender Weise beschreibt, wenn er sagt, es sehe aus, als ob das ganze Gestein vor der völligen Verfestigung wie mit Besen überfahren worden wäre. Die seltsamen Gestalten, deren organische Entstehung wohl zweifellos ist, scheinen weite Verbreitung zu haben und nicht auf Braun γ beschränkt zu sein. Schalch erwähnt sie besonders auch aus Braun β. Auch ich habe sie auf der Nordseite des Schafberges auf den sandigen Bänken gefunden, die die *Discus*-Bank unterlagern. Ihr eigentliches Lager in unserem Gebiet sind jedoch die sandigen Bänke von Unter γ. Nach einer Tonlage folgt noch einmal eine solche Wedelsandbank, worauf wieder dunkle sandigmergelige Tone vorherrschen. Nach oben stellen sich in ihnen Geoden mit Zinkblende ein, selten auch einzelne Schälchen kleiner Fossilien (z. B. *Astarte*). Es folgen zwei außerordentlich harte, dunkelgraublaue Bänke, außen rotbraun verrostet. Sie sind innen ganz durchwoben mit Schwefelkies, der beim Zerschlagen überall auffällt, und führen auch einzelne Versteinerungen, von denen namentlich die Bündel von *Serpula socialis* häufig sind. Darüber steigen aufs neue die etwas sandigen, glimmerführenden dunklen Mergel auf, die nur außerordentlich spärlich Versteinerungen liefern. Sie entsprechen der „neutralen Zone" der Schweizer Geologen. Oben sind in ihnen hellgraue Knöllchen häufig, die bisweilen auch ein Fossil umschließen und wohl auf Konzentrationsvorgänge zurückzuführen sind. Darüber schalten sich einige härtere Bänke ein, über denen dann, sie durch Dichtigkeit und Härte weit überragend, die Blaukalkbank folgt. Sie ist frisch grau, sehr feinkörnig und von außerordentlicher Festigkeit. Ihre Lage am Gehänge wird meist durch eine Reihe alter Steingruben angedeutet, in denen dieser einzige ausgezeichnet feste und auch wetterbeständige Stein nebst den unter- und überlagernden schlechteren Bänken gewonnen wurde. Beim Bau der Bahnlinie wurden diese Bänke, aus denen z. B. der Mittelpfeiler der Brücke über den Zerrenstallbach aufgemauert ist, in einem großen Aufschluß unterm Gräbelesberge gewonnen (am Platz des heutigen Wasserreservoirs), aber auch rings um den Rübhayhügel läuft der Kranz dieser alten Brüche. Darüber folgen im Westen noch $2^1/_2$ m dunkle Mergel und dann die schon zu δ zu rechnenden Grenzbänke.

Fossilliste für Braun Jura γ.

Taonurus (Cancellophycus) scoparius Thioll.
Koralle
Serpula socialis Gf.
„ *flaccida* Gf.
„ *tricarinata* Gf.
Spiropora sp.
Berenicea compressa Gf.
„ *diluviana* Lamrk.
Lingula Beanii Phil.
Rhynchonella cf. *Gingensis* Waagen

Rhynchonella parvula Desl.
„ *acuticosta* Zt.
Terebratula cf. *infraoolithica* Desl.
Posidonia sp.
Ostrea crenata Gf.
„ cf. *eduliformis* Schl.
„ *calceola* Zt.
Gryphaea calceola Q.
„ *sublobata* Dsh.
Chenostreon cf. *pectiniforme* Schl.
Pecten Gingensis Q.
„ *demissus* Phil.
„ *cinctus* Sow.
„ cf. *Genis* d'Orb.
Lithophaga sp.
Modiola cuneata Sow.
Nucula Aalensis up.
Trigonia costata Park.
Lucina Gingensis Waag.
„ sp.
Pseudomonotis echinata Lm.
Pholadomya Murchisoni Sow.
„ sp.
Gresslya depressa Sow.
„ *gregaria* Zt.
„ *latirostris* Ag.
Sonninia discites Waagen
Ludwigia cf. *Murchisonae*
„ L. sp.
Harpoceras sp.
Stephanoceras Humphriesi Sow.
Belemnites breviformis Voltz
„ *Gingensis* Op.
„ *giganteus* Schl.
„ *Trauscholdi* Op.
„ *brevispinatus* Waagen
„ *canaliculatus* Schl.
Krebsreste
Fischschuppen.

Braun Jura δ.

Diese Stufe ist nur etwa 16—17 m mächtig. Im Verhältnis dazu nimmt sie ein unverdient großes Gebiet ein und spielt auch morphologisch eine ungewöhnlich bedeutende Rolle. Ihre untersten Bänke nämlich verursachen zusammen mit dem Blaukalk von γ die zweite Steilstufe im Braunen Jura, und ein größerer Teil von δ gehört in der Regel noch der Stirn dieses Aufstieges an, die höchsten Stufen aber bilden, schon zurücktretend, den äußeren Rand des darüber sich ausbreitenden oder doch erst mäßig ansteigenden Plateaus, so daß man mit dem Ende von Braun δ sich stets auf einer Art Ebene befindet, die sich erst ganz langsam wieder erhebt. So gehören denn hierdurch noch ausgedehntere Flächen dem Braunen Jura δ, die zu Aeckern und Wiesen verwendet werden. Petrographisch kann man sagen, daß in unserem Gebiet δ den Kern der Eisenoolithbildung ausmacht. Wohl fanden sich schon im β Andeutungen von Oolithen, schon in den *Sowerbyi*-Schichten und, wenigstens in der Umgebung von Hausen, schon unter der Blaukalkbank des γ oolithische Bildungen, und zum Tal auch schon echte Eisenoolithe, aber erst im δ gewinnen diese roten Oolithe in unserem Gebiet eine Hauptbedeutung, indem sie in den unteren und oberen Bänken, weniger in der Mitte, einen, wenn nicht der Masse, so doch dem Effekte nach vorherrschenden Bestandteil des Gesteins bilden.

Zugleich macht die häufig reichliche Fossilführung der Schicht sie auch paläontologisch wichtig, und einige ihrer hauptsächlichen Formen, wie die Riesenbelemniten, die Humphriesianer und die Coronaten sind allbekannt und die Lieblinge der Sammler.

IX. Profil am Rübhay ob Laufen nach Regelmann[1]).

a) blaue Kalkbank γ
b) Tonschichte 0,10 m

1) Württemberg. Jahresh. für Statistik und Landeskunde. 1875.

c) oolithische blaue Kalke	0,25 m
d) rote oolithische Kalkbänke (förmlicher Eisenrogenstein)	0,55 „
e) weiche Tonschichte	0,30 „
f) Kalkbank mit Ostreen	0,15 „
g) graue Tone mit *Bel. giganteus*	3,25 „
h) weiche Mergel mit harten Muschelknollen und Ostreen	1,00 „
i) schlecht aufgeschlossene Schicht des *A. Humph.* und der Ostreenkalke	6,82 „
k) grünliche Mergelkalke mit *A. Blagdeni*	1,00 „
l) Kalkbänke mit Ostreen	1,50 „
m) Oolithe mit *A. bifurcatus*	1,70 „
n) Oolith mit *A. Parkinsoni* ε	

X. Profil links des Hühnerbaches (nördlich Schafberg).

a) sandig-mergelige Schichten von γ	über 6,00 m
b) dunkle Mergel	5,30 „
c) harte Hauptblaukalkbank	0,30 „
d) nicht aufgeschlossene Mergel	2,50 „
e) Grenzbank, hart, kalkig, in der Mitte Beginn der Oolithe	0,60 „
f) echte Oolithbänke	1,00 „
g) Tone mit viel Oolithen. *Bel. giganteus.*	0,20 „
h) wie d	0,80 „
i) dunkle tonige Mergel	2,00 „
k) sandige, wenig glimmerige, etwas oolithische Kalkbank	0,20 „
l) wie d	1,00 „
m) wie i	1,20 „
n) Kalkbänkchen	0,10 „
o) wie i	0,60 „
p) wie k	0,20 „
q) wie d	0,80 „
r) wie i	1,30 „
s) sandige Kalkbank, ähnlich k	0,25 „
t) wie i	0,25 „
u) wie k	1,80 „
v) Kalkbank	0,20 „
w) wie k und i	1,20 „
x) dichte rostige Oolithe, oben Mergelbank mit spärlicheren Oolithen	2,20 „
y) *Parkinsoni*-Schichten ε.	

Die Grenze γδ wird rings um das Gebiet durch ein $1^1/_2$—2 m mächtiges Lager vorwiegend kalkiger und oolithischer Bänke gebildet, innerhalb deren sich eine auffällig gleichartige Wandlung der Sedimentation weithin verfolgen läßt, derart, daß ihr unterer Teil, etwa 60 cm, noch dem blauen Kalke ähnlich, dicht, hart und höchstens kalkig-oolithisch ist, die ohne Zwischenschicht darauf folgenden Bänke aber mehr und mehr die roten Oolithe in sich aufnehmen und zuletzt bei fast völligem Zurücktreten

des Bindemittels sich fast nur aus ihnen zusammenzusetzen scheinen. Gleichzeitig stellt sich in diesen oolithischen Bänken auch schon mehr und mehr die Fauna δ ein, die Austern, Pectiniten, Belemniten usw., ein Reichtum, der zu den fossilarmen Ober γ in recht deutlichen Gegensatz tritt. Dieser Umstand veranlaßt mich, diese höheren Bänke entschieden noch nach oben zu ziehen und nicht erst mit den darauffolgenden Mergeln, die übrigens zum Teil mit ihnen auch durch die Oolithführung verknüpft sind, Braun Jura δ beginnen zu lassen. Es wäre allerdings nun noch die Möglichkeit vorhanden, den unteren unoolithischen Teil der Bänke, wie dies REGELMANN [1]) zu tun scheint, von dem oberen abzutrennen und mit den Blaukalken zu vereinigen. Indes tritt doch dieser ganze Komplex der Bänke so stark und einheitlich über die Tone hervor, daß es mir sachgemäßer erscheint, sie miteinander als tiefstes δ zu bezeichnen. — Uebrigens ist auch die Abgrenzung der Blaukalke bei SCHALCH [2]) eine so ungleichmäßige, daß diese Bezeichnung auf zwei benachbarten Blättern verschiedene Anwendung findet, und so mag wohl besser die oben, bei γ, genannte Bank allein als die Blaukalkbank auf unserem Blatte bezeichnet bleiben.

Mehrfach genannt sind diese Grenzbänke in unserem Gebiet als die Fundstelle von *Pecten spathulatus* ROEMER an der Steige von Laufen nach Tieringen. Dort bildet der genannte *Pecten* zusammen mit mehreren anderen eine wahre Lage in der eisenschüssigen Oolithbank, hart über der $\gamma\delta$-Grenze. Auch sonst tritt er noch mehrfach in den Bänken von Unter δ auf, dürfte aber doch wohl kaum auf sie beschränkt sein. ENGELS [3]) Angabe im Profil von Braun Jura δ, wo die Pectinitenbank von Laufen in Mittel δ gestellt ist, wäre also zu berichtigen.

Darüber stellen sich Mergel und Tone ein, *Giganteus*-Ton und Cidaritenmergel, welche diese beiden Fossilien reichlich führen. Indes sind auch sie durchaus nicht auf dieses Lager beschränkt. Bald treten zwischen den Mergeln Bänke von bläulichen Kalken auf, in denen sich *Amm. Humphriesianus* Sow. findet. Dann kommt ein Lager mißfarbiger knolliger, mergeliger Kalke, welche das eigentliche Lager des *A. Blagdeni*, QUENSTEDTS Coronaten, bilden, zugleich aber eine Unmenge von Terebratelen, Waldheimien usw. liefern.

Scharf heben sich von ihnen die roten Oolithe der oberen Grenzschichten ab, dichter und röter als irgend zuvor und schon von weiten her im Acker als rotes Band unterscheidbar. Sie führen da *A. bifurcatus* Zt. als Leitfossil. Zugleich stellen sich noch einmal alle die δ-Versteinerungen in großer Menge ein, *Ostrea crista galli* Schl., *P. eduliformis* Schl., *Ctenostreon pectiniforme* Schl., *Belemnites giganteus* Schl., *Modiola cuneata* Sow., (= *modiolata* Q.), das Heer der Myaciten, Rhynchonellen, Terebrateln, besonders die sehr häufige *Aulacothyris Meriani* Op.; dazu als Zeichen der neuen Zeit *Ostrea Knorrii* [4]) und *Parkinsonia compressa* Q. Diese Oolithe müssen Brutstätten des organischen Lebens gewesen sein, sie sind heute ein wahres Paradies für den Sammler. Als vorzügliche Fundpunkte nenne ich den Hügel Rubhag bei Laufen, da wo die alte Tieringer Straße sich wieder mit der neuen vereinigt, die Röthe bei Tieringen, die ja von den Oolithen den Namen hat, und die Stelle, wo der Weg von Hausen am Thann nach Oberhausen diese Schichten schneidet.

Die Grenze nach oben ist mit dem Aufhören der roten Oolithbänke gegeben, zu oberst stellt

1) Profil IX.

2) Vgl. Geol. Spezialkarte des Großh. Baden. Erläuterungen zu Blatt Geisingen (121) Bonndorf (131) und Blumberg (133).

3) G. ENGEL, Wegweiser. pag. 320 bzw. 327.

4) Das Auftreten von *O. Knorrii* in Ober-δ erwähnt schon QUENSTEDT, Flötzgebirge, pag. 369 und wieder Jura, pag. 497. Die Angabe wurde jedoch bisher z. B. von ENGEL völlig vernachlässigt.

sich mehrfach noch ein Bänkchen ein, in dem die Oolithe spärlicher und nicht verrostet sind, dann folgen die Tone der höheren *Parkinsoni*-Schichten.

Fossilliste von Braun Jura δ.

(NB. Die Versteinerungen der Bifurcatenoolithe sind mit * markiert.)

Talpina eduliformis Q.
**Pentacrinus crista galli* Q.
Rhabdocidaris horrida Ag.
Astropecten longassula Q.
Cidaris praenobilis Q.
**Serpula lumbricalis* Schl.
„ *incl. S. limax* Gf.
* „ *convoluta* Gf.
„ *gordialis* Schl.
„ *tricarinata* Gf.
„ *socialis* Gf.
* „ *flaccida* Gf.
„ *conformis* Gf.
Cellepora orbiculata
**Rhynchonella* cf. *angulata* Sow.
* „ *subangulata* Sow.
„ *acuticosta* Ziet.
* „ *quadriplicata* Ziet.
* „ *concinna* Sow.
* „ *obsoleta* Sow.
* „ cf. *Davidsoni* Ch. u. Dew.
„ *lotharingica* Haas.
„ *subdecorata* Dav.
Rhynchonella spinosa Schl.
„ *Steinbeissii* Q.
**Terebratula perovalis* Sow.
„ *globata* Sow.
„ *intermedia* Sow.
„ *omalogastyr* Ziet.
„ cf. *maxillata* Sow.
* „ *Phillipsii* Morris
„ cf. *carinata* Lmk.
Waldheimia cf. *Waltoni* Dav.
Zeilleria subbucculenta Chap. u. Dew.
„ *ornithocephala* Sow.
**Aulacothyris Meriani* Op.
**Posidonia* sp.
Anomia sp.
**Ostrea crista galli* Schl.
* „ *eduliformis* Schl.
* „ *sandalina* Sow.
* „ *Knorrii* Ziet.
Gryphaea sublobata Desh.
Lima semicircularis Mstr.
* „ *Schimperi* Br.
„ *gibbosa* Sow.
Limea duplicata Gf.
**Ctenostreon pectiniforme* Schl.
**Hinnites abjectus* Phil.
Pecten lens Sow.
* „ *demissus* Phil.
* „ *ambiguus* Mstr.
„ *spathulatus* Roemer
Avicula Münsteri Bronn.
Peudomonotis echinata Smith
**Perna isognomonoides* Stahl
Pinna Buchii Ko. u. Dn.
**Trichites nodosus* Lyc.
**Modiola cuneata* Sow.
„ sp.
Lithophaga cf. pygmaea Q.
**Cucullaea concinna* Phil.
„ sp.
Nucula variabilis Sow.
Leda cf. *aequilatera* Ko u. Dn.
Trigonia costata Park.
* „ *Montierensis* Lyc.
Astarte depressa Mstr.
„ *minima* Phill.
„ cf. *pulla* Roemer
* „ *Quenstedti* E. Greppin
Opis similis Sow.
Lucina despecta Phil.
Anisocardia minima Sow.
Cypricardia minima Sow.
Pholadomya cf. *Murchisoni* Sow.

Pholadomya reticulata Ag.
„ cf. *fidicula* Sow.
„ cf. *Dunkeri*
Quenstedtia cf. *oblita* Phil.
Goniomya proboscidea Ag.
Gresslya abducta Phil.
**Gresslya gregaria* Ziet.
„ *striatopunctata* Mstr.
„ *depressa* Sow.
Pleuromya jurassi A. B.
„ *tenuistria* Mstr.
**Pleurotomaria Palaemon* Dorb.
* „ *Palaemon* var. *Wurttembergica* Sieb.
* „ *Palaemon* var. *serpentina* Sieb.
* „ *fastigata* Sieb.
* „ *Trochus biarmatus* Mstr.
Chemnitzia sp.
Cerithium cf. *muricatum* Sow.
Nautilus sp.
Stephanoceras Humphriesi Sow.
Stephanoceras Braikenridgii Sow.
„ cf. *linguiferus* d'Orb.
„ *Blagdeni* Sow.
„ *subcoronatus* Op.
**Sphaeroceras Brogniarti* Sow.
**Parkinsonia bifurcata* Ziet inkl. *subfurcata* Zt.
* „ var. *latisulcata* Q.
* „ *Garantiana* d'Orb.
* „ *compressa* Q. = *Wurttembergica*
**A.* sp. cf. Q. Am. t. 74 f. 12.
**Ancyloceras baculatum* Q.
**Belemnites giganteus* Schl.
„ *canaliculatus* Schl.
* „ *Wurttembergicus* Op.
* „ *bessinus* d'Orb.
* „ *quinquesulcatus* Blaino.
* „ *Gingensis* Op.
„ *breviformis* Voltz.
„ *brevispinatus* Waagen
Eryma cf. *Wurttembergica* Op.

Braun Jura ε.

Mit dem oberen Teil des braunen Jura tritt nun eine mächtig entwickelte Tonablagerung ein, nur spärlich von härteren Bänken (Macrocephalenoolith, ζ-Oolith.) durchbrochen. Dementsprechend steigt das Gelände nur erst langsam an. Wiesen bezeichnen häufig den tonigen Untergrund. Zugleich ist es eine sehr häufige Erscheinung in der Nähe der Grenze, daß der Boden plötzlich feucht und sumpfig wird. Die Bäche nämlich und kleinen Rinnsale, die von oben kommen, laufen häufig unter der Rasendecke auf dem Anstehenden herab, indem ihnen die gelockerten und verwitterten oberflächlichen Lagen wenig Widerstand bieten. Bisweilen sieht man die Rasendecke eines solchen Wasserlaufes eingestürzt; dazwischen ist sie aber noch ganz zusammenhängend, und man hört nach Regenfällen oft das Rauschen des ablaufenden Wassers, ohne es doch zu sehen. Hier unten nun treffen die Gewässer auf die anstehenden, weiter vorspringenden Bänke des Bifurcatenoliths, die Decke des verwitterten Materials ist dünner und sie sind gezwungen ans Licht zu treten. Sie finden aber zunächst wenig Gefälle, stauen sich und machen sich oft auf den Wiesen durch eine Flora saurer Gräser und feuchteliebender Pflanzen bemerkbar.

Die ersten Tonlagen über den Oolithbänken sind noch rostig und feinoolithisch. In der Gegend von Hausen schaltet sich hier, wenig über der Grenze eine sehr spärlich oolithische, tonig-kalkige Bank ein mit *Parkinsonia Parkinsoni* und *Ostrea crenata*, aber dann folgen gleichartige dunkle, über 25 m mächtige fossilarme Tone, nur durchzogen von den zahlreichen rostigen Geoden, die ganz wie in den petrographisch entsprechenden Schichten von Braun Jura α, Ober β und γ sich zuweilen zu kleinen Bänkchen vereinigen, aber nie lange aushalten. Im Felde geben ihre rostgelben Schalen ein treffliches

Mittel zur Orientierung, da sie sich z. B. in Maulwurfshaufen nicht selten finden und im Gegensatz zu den gleichfalls so charakteristischen Oolithstückchen von Ober δ die Grenze mit einiger Sicherheit zu ziehen gestatten. In der unteren Region der Tone herrscht noch ein gewisser Reichtum an kleinen verkiesten Versteinerungen, der aber bald aufhört. Da finden sich kleine *Parkinsonia*, Oppelienbrut, *Leda*, *Nucula* und *Bel. Wurttembergicus*. Hier unten fand sich auch regelmäßig wenige (2—3) Meter über der Grenze eine Lage runder, etwa faustgroßer Knollen eines dichten grauen Mergels um und um von den birnförmigen Löchern einer Bohrmuschel angebohrt. In einer derartigen Knolle hatte Herr Dr. Lang einmal das Glück, die Bohrmuschel selbst zu finden, die völlig mit der von Quenstedt, Jura t. 59 f. 5[1]) übereinstimmt. Diese Lage findet sich gleichartig in der Laufener wie in der Hausener Gegend und ist nicht mit der oben beschriebenen Mergelbank zu verwechseln, die sie vielmehr überlagert. Ich bin darüber im Zweifel, ob sich nicht auch höher noch eine oder vielleicht sogar mehrere ähnliche Lagen angebohrter Knollen finden. Meine Stücke, von denen eines auch kleine Austernreste (*Ostrea Knorrii* Z. oder *O. acuminata* Sow.) umschließt, entstammen aber nicht dem Anstehenden und sind daher vielleicht aus dem vorigen, tieferen Lager verschleppt. Doch fand ich bei Lautlingen[2]) im Aushub des dortigen Wasserreservoirs zusammen mit Resten der Macrocephalenbank gleichfalls angebohrte Stücke. Indes sind die Löcher dort entschieden größer als bei den vorigen.

Die mächtigen Tone der Hauptmasse von ε sind ziemlich fossilfrei. Nur selten kommen einzelne größere Parkinsonien darin vor, die zum Teil Anlaß zur Geodenbildung gegeben zu haben scheinen. Sonst findet man nur einzelne Posidonienschälchen, auch etwa kleine Schneckchen oder Dentalienreste. Erst ganz oben werden die Fossilien häufiger, und es drängen sich nun in wenigen Metern Gesteins eine Menge zierlicher Fossilien der Zonen der *Ostrea Knorrii* Zt. und der *Rhynchonella varians* Schl. zusammen, Quenstedts *Fuscus*-Lager. Diese außerordentlich fossilreichen Lager, die unten auch noch kleine Parkinsonien enthalten, werden nach oben abgeschlossen durch eine etwa 20 cm mächtige dichte graue Kalkbank, die ganz erfüllt ist mit Muschelschalen und Schalentrümmern. Diese Reste sind freilich aus der Bank kaum je zu erhalten, nur die *Fusci* mit ihrem Schwefelkiesüberzug lassen sich gut herausbringen, auf der Oberfläche der Bank aber findet man die zierlichen Cerithien, Dentalien, ebenso wie die *Ostrea Knorrii* und die *Rhynchonella varians* aufs feinste herausgewittert.

Darüber erst legen sich, nur sehr wenig mächtig, die rostig oolithischen Brocken des Macrocephalenooliths, die ganz erfüllt sind mit Stücken dieses Ammoniten und der großen triplikaten Perisphincten und den Abschluß von ε bilden. So wenigstens gestaltet sich die Sache im besten Aufschluß dieser Schichten, im Hühnerbach, und ähnlich scheinen sie im ganzen Gebiet von Oberhausen und Hausen am Thann entwickelt zu sein. Im Osten dagegen, in der Umgebung von Laufen, scheinen sie etwas anders ausgebildet. In einem freilich etwas verrutschten Aufschluß unterm Grat scheint die feste Bank am Ende des *Fuscus*-Lagers zu fehlen. Unmittelbar auf die Tone, deren Reichtum an Fossilien gegen die westlichen Fundplätze weniger stark hervortritt, legt sich eine oder mehrere dicke oolithische Kalkbänke mit *A. macrocephalus*. Vollends an der Schalksburgsteige oberhalb Laufen sind die Macrocephalenoolithe die dichtesten Eisenoolithbänke.

Im Gelände tritt die wenig mächtige Kalkstufe nur selten deutlich hervor, läßt sich aber doch an einigen Stellen, z. B. des Schlichemtales, orographisch wohl erkennen. Die Fundpunkte der Schicht

1) Auch Quenstedts Exemplar stammt aus Braun Jura ε.

2) Denselben Fund von derselben Stelle teilte mir auch Herr Pfarrer Dr. Engel mit. Vgl. ferner L. Reuter, Die Ausbildung des oberen Braun Jura im nördlichen Teile der Fränkischen Alb. Geogn. Jahreshefte XX. 1908. pag. 87.

sind leider ziemlich spärlich, vielfach ist sie völlig von den Schuttmassen des Weißen Jura verhüllt, so daß die Grenze ε-ζ auf weite Strecken hin nur konstruiert werden konnte. Mitschuldig an dieser Verhüllung der Grenze ist die Neigung des tonigen ζ zu Verrutschungen.

Fossilliste von Braun Jura ε.

Holz
Balanocrinus pentagonalis Gf.
Rhabdocidaris horrida Ag.
Serpula lumbricalis Schl.
„ *vertebralis* Sow.
„ *quadrilatera* Gf.
„ *convoluta* Gf.
Rhynchonella varians Schl.
„ *Steinbeissii* Q.
„ *Fürstembergensis* Q.
Terebratula perovalis Sow.
„ cf. *Ferryi* Desh.
„ *Wurttembergica* Opp.
Zeilleria ornithocephala Sow.
Ostrea Knorrii Ziet.
„ *acuminata* Sow.
„ *crenata* Gf.
Pseudomonotis Münsteri Br.
Cucullaea concinna Phil.
„ *Parkinsoni* Q.
Nucula variabilis Sow.
„ *ornati* Q.
„ *suevica* Op.
Leda lacrima Sow.
„ *caudata* Ko. u. Dn.
„ *aequilatera* Ko. u. Dn.
Posidonia Parkinsoni L.
Trigonia costata Park.
„ *interlaevigata* Q.
Astarte depressa Mstr.
„ *Parkinsoni* Q.
Astarte Zieteni Op.
„ cf. *minima* Phil.
Nautilus sp.
Hecticoceras perlatum Q.
Oppelia fusca Q.
„ *complanatoides* Q.
„ *auritula* Opp.
Haploceras sp. cf. *oolithicum* d'Orb.
Macrocephalites macrocephalum Schl.
Sphaeroceras bullatum d'Orb.
Perisphinctes cf. *torquis* Par.
„ *funatus* Neum.
„ aff. *de Mariae* Par. Bon.
„ cf. *pseudopatina* Par.
„ *Martiusi* d'Orb.
Parkinsonia Parkinsoni Sow.
„ „ var. *planulata* Q.
„ *ferruginea* Op.
„ *compressa* Q. = *Wurttembergica* Op.
„ cf. *Neuffensis* Sbhloenb.
„ *densicosta* Q.
Ancyloceras macrocephali Q.
Belemnites canaliculatus Zt.
„ *Württembergicus* Op.
Dentalium Parkinsoni Q.
Trochus biarmatus Mstr.
Eucycloidea Bianor d'Orb.
Cerithium echinatum L. v. B.
„ *muricatum* Sow.
Spinigera semicarinata Mstr.
Saurierzahn.

Braun Jura ζ.

Auf die über 30 m von tonigem ε folgt nun noch ein weiteres Tongebirge von noch beträchtlicherem Ausmaß, ζ, das in dieser Gegend mit über 45 m wohl seine größte Mächtigkeit im Lande hat. Es ist am Gehänge leicht an seiner Nässe zu erkennen, es ist häufig verrutscht und zuweilen bis auf Braun Jura γ und β herabgeglitten. Hinter den abgerutschten Massen staut sich das Wasser oft aufs

neue, weitere Rutschungen folgen, und die ganze Masse bleibt längere Zeit in bald rascherer, bald langsamerer Bewegung, bis sie endlich zur Ruhe kommt. Eine dichte Vegetation von Schachtelhalmen und anderen wasserliebenden Pflanzen macht solche Plätze leicht kenntlich. Im Wald sind es kulturlose Stellen, da die Bäume nicht recht aufkommen, mit Gebüsch und Brombeerranken bedeckt. Der Steilanstieg der ζ-Oolithe darüber ist nicht überall mit einiger Schärfe ausgeprägt und verschwindet besonders da, wo die Schuttbedeckung vorherrscht, und namentlich im östlichen Teil des Gebietes völlig. Darüber erhebt sich das Gebirge noch einmal, um dann an steilerer Böschung mit dunklen glimmerführenden Mergeln die Grenze des Braunen Jura zu erreichen, die erste handhohe Kalkbank, den Beginn des Weißen Jura.

Ueber der Makrocephalenbank folgen dunkle, schieferige Mergel, gespickt voll von den weißen Schälchen der *Posidonia ornati* Q. Wenn nach dem von Engel[1]) gegebenen Profil die *Iason*-Schichten stets unter den Posidonien kommen, so ist hier das Fehlen oder doch sehr starke Zusammenschrumpfen dieser Zone in unserem Gebiet zu konstatieren. In der Tat ist der leitende Ammonit dieser Stufe *Cosmoceras Iason* Rein. samt seinen Begleitern *Oecoptychius refractus* Rein. und *Strigoceras pustulatum* Rein., soweit mir bekannt, bis jetzt in der Balinger Gegend noch nicht gefunden worden, was bei der großen Mächtigkeit, der sonst so reichlichen Fossilführung und den mehrfachen guten Aufschlüssen doppelt auffallend ist. Eine andere Erklärung dieser Tatsache wäre das Fehlen von Fossilien gerade in dieser Zone bzw. ihr Vorkommen nur in zerdrücktem Zustand, in dem sie dann bei den meist verrutschten Aufschlüssen leicht übersehen wurden. Dagegen sind die darüber folgenden Schichten mit *A. ornatus* Schl., *hecticus* Rein. und *bipartitus* Ziet. aufs beste entwickelt, nur leider profilmäßig nirgends erschlossen. Ihre Mächtigkeit beträgt etwa 25 m, scheint aber zu wechseln, was einerseits mit der tonigen Natur von ζ, den Rutschungen, sich erklären läßt, aber schließlich doch auch schon auf die ursprüngliche Ablagerung zurückzuführen sein könnte.

Unter den Oolithen liegt ein Lager großer runder grauer kalkiger Geoden mit sonderbar krummen Sprüngen, die mit Schwerspat und Cölestin erfüllt sind. Diesen Sprüngen liegen wenigstens teilweise die zerdrückten Gehäuse großer Ammoniten (in einem Falle nachweislich eines Perisphincten) zugrunde, wie man an den zum Teil noch erhaltenen Lobenlinien erkennen kann. Ueber ihnen folgen mehrere Bänke der Oolithe, untereinander in der Menge der Körner verschieden. Während sie zum Teil daraus völlig zusammengesetzt erscheinen, liegen sie bei anderen von ihnen spärlicher in der kalkigmergeligen Grundmasse. Versteinerungen scheinen diese Bänke zunächst außer *Belemnites semihastatus depressus* Q. keine zu liefern, dieser aber ist in geradezu unheimlicher Menge vorhanden, freilich kaum je ganz erhalten, und seine Bruchstücke bedecken vielfach die Fundpunkte. Bei einigem Suchen findet sich noch eine Reihe weiterer Versteinerungen, Ammoniten und Brachiopoden, die im folgenden Petrefaktenverzeichnis besonders angemerkt sind. Bemerkenswert ist das Auftreten der Brachiopoden. Während sie sonst im Ornatenton fast völlig fehlen, treten sie hier doch in einer Mehrzahl auf. Besonders häufig ist *Rhynchonella triplicosa* Q., die ja auch in den Tonen nicht fehlt. Noch möchte ich auf den Fund eines *A. macrocephalus* hinweisen. Das Lager scheint mir unzweifelhaft diesen ζ-Oolithen zuzugehören. Ihre Bänke treten in dem Weg, der senkrecht unterm Hörnle bergan führt, etwa 51 m über der δε-Grenze hervor. Es ist ein schlecht erhaltenes Bruchstück, das sich eigentlich nur durch die Breite der Rippen auf der erhaltenen Schale von den andern Macrocephalen zu sondern scheint, die freilich selbst wieder eine Reihe von Unterschieden zeigen. Quenstedt hätte ihn wohl

1) Engel, Geogn. Wegw. pag. 351.

A. macrocephalus zetoolithicus genannt. Ein Herabziehen der Oolithe zu ε scheint mir durch Quenstedts und eigene Beobachtungen nicht möglich, sie werden von sicherem ζ unterlagert. Ein zweites, allerdings noch schlechter erhaltenes Stück aus der zweifellosen und von Quenstedt als klassisch angeführten Stelle unterm Wenzelstein ließe sich auf *A. macroceph. rotundus* Q. beziehen.

Verstürzte Stücke aus diesen Schichten finden sich recht häufig, sie sind bei einiger Uebung leicht zu kennen, um so mehr, als die *Macrocephalus*-Oolithe, die ihnen sonst wohl gleichen, hier anders ausgebildet sind. Am ehesten könnte man sie noch mit den Oolithen von Ober δ vergleichen, denen sie wirklich recht nahekommen. Hier aber entscheidet das Lager, wie auch der bei jenen vorhandene Fossilreichtum meist recht deutlich. Am häufigsten werden sie noch von Unerfahrenen mit den Macrocephalenoolithen verwechselt, die freilich in anderen Gegenden ihnen recht ähnlich sehen. Dies Malheur ist auch Regelmann passiert, da[1]), wo er unter der Bittenhalde die auffallend geringe Mächtigkeit von ζ angibt. Zufällig ist die Stelle noch aufgeschlossen und da fanden sich denn rund 10 m über der *Fuscus*-Kalkbank, die wohl Hildenbrand an dieser Stelle notiert hatte, einige zusammenhängende, aber zweifellos verrutschte Stücke der ζ-Oolithe genau in der von Regelmann angegebenen Höhe. Dadurch schwillt in eben jener Messung auch ε so sehr an.

Mit Hilfe dieser Bruchstücke lassen sich die Oolithe im ganzen Becken des Schlichemtales den Abhängen entlang verfolgen, ebenso auf der Nordseite des Lochenabsturzes bis zu dem letzten, anstehenden Aufschluß senkrecht unterm Lochenhörnle. Von da ab scheinen sie zu fehlen, und nur an einer Stelle im Untereck fanden sich noch verrutschte Brocken eines stark oolithischen Gesteins mit Belemnitenresten und *A. athleta*, die ich hierher rechne. Am Grat und im Tobel, wo man doch irgendetwas davon in den Schuttmassen finden sollte, fand sich kein Stück. In den Aufschlüssen unter der Schalksburg fand sich zwar ein der Geodenlage mit den krummen Sprüngen entsprechendes Stück, von Oolithen aber keine Spur und nur die Fragmente einer nicht-oolithischen Kalkbank. Auch in den vieldurchwühlten Aufschlüssen bei Lautlingen zeigte sich zwar, und das auffallend tief, eine Kalkmergelbank, die wohl jener von der Schalksburg entsprechen mag, aber weder in der Natur noch in der Literatur[2]) habe ich irgendeine Spur von Oolithen gefunden. Sie scheinen also auf unserem Blatte zu verschwinden, und man kann nur vermuten, daß sie in der oben erwähnten Bank ihre Vertretung finden. Im Westen dagegen scheinen sie sich weiterhin fortzusetzen. Ihr Verhältnis zu den ζ-Bildungen des „Donau-Rheinzuges" ist unbekannt.

Ueber den Oolithen kommen nach Quenstedt die Versteinerungen nur noch schwarz verkalkt (phosphoritisiert!) vor und zwar auch noch die Ornaten. Doch dürften hier nun bald die Knollen mit *Mecochirus socialis* v. Mey und *A. Lamberti* Sow. sich einstellen. In diesen Knollen tritt wiederum die Zinkblende hervor, die also nicht bloß im Lias β und δ, sondern namentlich auch im Braunen Jura eine gewisse Rolle spielt. Sie tritt besonders häufig in den Geoden toniger Schichten auf und konnte in Braun Jura α, β, γ, ε und Ober ζ[3]) nachgewiesen werden. Endlich konnte sie auch noch im oberen Weißen Jura β nachgewiesen werden[4]). Ueber den Knollen werden die Schichten sandiger und glimmeriger

1) Regelmann, a. a. O. pag. XXXVIII

2) Zakrzewski, Die Grenzschichten des Braunen zum Weißen Jura in Schwaben. Württemb. Jahresh. 1887, pag. 87 ff.

3) Ebensolche Knollen mit Blendeadern liegen auch von Gaiern und Gammelshausen in der Tübinger Sammlung.

4) Vgl. ferner Achenbach, Geognostische Beschreibung der Hohenzollernschen Lande. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 8. 1856. pag. 440, wo Zinkvorkommnisse aus dem oberen Weißen Jura genannt werden.

und gehen in jene dunklen glimmerführenden Mergel mit zerdrückten Oppelien und Perisphincten über, die ENGEL[1]) als Grenzschicht zwischen dem Braunen und Weißen Jura beschreibt. Sie sind z. B. am Bierkeller unter der Kurzensteige bei Tieringen, ferner auf der Nordseite des Schafsbergs trefflich erschlossen und führen in der Tat in Knollen eine Fauna, in der sich neben denen des Braunen auch bereits Formen einstellen, die im Weißen Jura ihre Entwicklung finden. So wurden besonders Ammoniten aus der Gruppe der Trimarginaten hier mehrfach gefunden, dazwischen liegen aber auch Glieder aus der Verwandtschaft des *Am. Calloviensis* SOW. und *Arduennensis* d'ORB., *Belemnites semihastatus rotundus* Q. und andere Formen, die für eine Stellung dieser Schichten zum Braunen Jura sprechen, um so mehr als unter ihnen eine Grenze petrographisch sich kaum ziehen läßt.

Fossilliste des Braunen Jura ζ.

Balanocrinus subteres MSTR.
„ *pentagonalis* GF.
Astropecten sp.
Serpula gordialis SCHL.
**Rhynchonella triplicosa* Q.
* „ *Steinbeissi* Q.
**Terebratula* cf. *bullata* ZT.
* „ cf. *subcaniculata* OP.
* „ sp.
* „ sp.
Posidonia ornati Q.
* „ sp.
Trigonia sp. aff. *costata* PARK.
Nucula ornati Q.
„ *variabilis* SOW.
Leda Moreana d'ORB.
Astarte undata MSTR.
„ cf. *depressa* MSTR.
„ cf. *Parkinsoni* Q.
Mytilus sp.
Plicatula cf. *striatissima* Q.
Pleurotomaria annulata SIEB.
**Neritopsis Brösamleni* E. F.
**Trochus* sp.
Spinigera semicarinata MSTR.
Phylloceras antecedens POMP.
Harpoceras sp. aff. *arolicus* OP.
**Hecticoceras hecticum* REIN.
„ *nodosum* BON.
„ *perlatum* Q.
„ *lunuloides* KILIAN
„ *parallelum* REIN.
„ *Brighti* PRATT
Oppelia sp.
„ *dentosa* Q.
„ *flexispinata* OP.
„ *complanatoides* Q.
Oecotraustes bicostatus STAHL
„ *Baugieri* d'ORB.
Haploceras auritula OP.
**Macrocephalites* sp.
Quenstedtoceras Lamberti SOW.
„ „ var. *macer.* Q.
„ cf. *Mariae* d'ORB. = *Lamberti pinguis* Q.
„ *flexicostatum* PHILL.
**Reineckia anceps* REIN.
„ *Fraasi* OP.
* „ cf. *Rehmanni* OP. = *anceps franconicus* Q. Am. t. 74 f. 40
Perisphinctes convolutus SCHL.[2])
P. cf. *conv. ornati* Q. cf. *subtilis* NEUM.
„ *conv. evexus* Q. (*planus* SIEM.)
„ „ *parabolis* Q. (*Scintoi* GEMM.)
„ „ „ „ cf. *aurigerus* OP.
„ „ *dilatatus* Q. (*Recuperoi* GEMM.)

1) ENGEL, Geogn. Wegweiser. pag. 440.
2) Vgl. F. PIETZCKER, Ueber die Convoluten aus dem Ornatenton Schwabens. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg. Bd. 67. 1911.

P. conv. dilatatus Q. *Wartae* (Grenzschichten)
* „ „ „ „ cf. *Riasanensis* TEISS.
* „ „ „ „ cf. *Faunus* SIEM.
* „ „ „ „ sp.
**Aspidoceras* sp. cf. QUENSTEDT, Amm. t. 94 f. 50
**Peltoceras athleta* PHIL.
„ *Constantii* D'ORB.
„ sp.
„ *Arduennense* D'ORB.
„ cf. *caprinum* SCHL.
Cosmoceras ornatum SCHL.
Cosmoceras Castor REIN.
„ *Pollux* REIN.
„ *Duncani* SOW.
Aptychus hectici Q.
„ *flexuosi* Q.
**Belemnites Calloviensis* OP. = *semihastatus depressus* Q.
„ *hastatus* BLAINV.
„ *semihastatus* BLAINV.
„ *Sauvanausus* D'ORB.
Eryma Mandelslohei v. MEYER
Mecochirus socialis v. MEYER.

NB. Die mit * bezeichneten Arten stammen aus den ζ-Oolithen.

Der Weisse Jura.

Mit der ersten handhohen Kalkbank beginnt eine neue Epoche.

Wenn bisher Sande und dunkle Tone eine bedeutende Rolle im Aufbau des Schichtenkomplexes spielten, wenn ein starker Eisengehalt vielfach färbend sich hervordrängte, so tritt dies alles nun zurück, und weiße Kalke, helle kalkreiche Mergel setzen die Ablagerungen zusammen, die in ihrer Mächtigkeit und Widerstandsfähigkeit einen so wesentlichen Anteil am Bilde unseres Landes ausmachen, den Weißen Jura, das Schlußglied und die Krönung der Formation.

Wesentliche Aenderungen müssen damals in den Ablagerungsverhältnissen des Meeres eingetreten sein, die alten Quellen des klastischen Materials müssen erschöpft oder verstopft, neue andersartige eröffnet worden sein. Zugleich mag wohl darauf hingewiesen sein, daß, während im Schwarzen und Braunen Jura eingeschwemmte Landpflanzenreste nicht allzu selten sind, solche im Weißen Jura mit Ausnahme der allertiefsten und der höchsten Stufe völlig zu verschwinden scheinen[1]). Die einzig befriedigende Erklärung dieses Wechsels, des Verschwindens der landnahen Elemente hat bereits POMPECKJ[2]) gegeben, indem er das Versinken des Vindelizischen Landes, das schon im Bathonien begann und sich wohl um diese Wendezeit vollendete, dafür verantwortlich machte.

Weiß Jura α.

So groß indes der Unterschied und Umschwung ist, der sich um diese Zeit vollzogen haben muß, ganz scharf tritt er in unserem Gebiete nicht in Erscheinung. Jene unterste Kalkbank muß wohl als praktische Grenze festgehalten werden, aber weder in paläontologischer noch in petrographischer Hinsicht bedeutet sie einen so starken Wechsel, wie man es an einem derartigen Wendepunkte erwarten sollte. Daß sich in den obersten glimmerigen Mergeln des höchsten Braunen Jura bereits Ammonitenformen einstellen, die zu denen des unteren Weißen Jura in engster Beziehung stehen, wurde bereits erwähnt. Entsprechend setzen sich auch einige andere Formen wie *Balanocrinus subteres* MSTR. und

1) Vgl. die Fossillisten bei ENGEL, Geogn. Wegweiser.
2) J. F. POMPECKJ, Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Regenstauf. Geognostische Jahreshefte. Bd. 14. 1901.

Spinigera semicarinata Mstr. ungestört fort, und die ganze Gruppe der Belemniten zeigt keine wesentlich einschneidenden Aenderungen.

Auch petrographisch besteht wohl ein starker Unterschied zwischen den dunklen Mergeln und den Kalkbänken darüber, ein geringerer zwischen ihnen und den die Bänke trennenden Mergeln, die, gleichfalls dunkel und glimmerführend, erst nach oben hin heller werden und nur allmählich in die lichten Tone der Impressenstufe übergehen.

Ueber der ersten „handhohen" Kalkbank, der „praktischen Grenze"[1]) zwischen dem Braunen und Weißen Jura folgt ein System von etwa 10 durch dunkle Mergellagen getrennten ähnlichen Bänken, die Zone des *A. transversarius*. Die Verhältnisse in unserem Gebiet, zum Teil schon von Engel[2]) beschrieben, entsprechen vollkommen denen der Lautlinger[1]) Umgebung, wo das Leitfossil relativ häufig ist und die Zone zuerst in Schwaben erkannt und beschrieben wurde. Die Bänke sind nirgends in ihrer ganzen Folge aufgeschlossen, häufig sieht man aber eine Anzahl von ihnen entblößt. Wo dies nicht der Fall ist, da sind doch am Gehäng die zerstreuten abgerundeten Stücke leicht zu erkennen. Auch im Gelände tritt die Schicht recht deutlich hervor. Ueberall bilden die Bänke über dem verrutschten ζ eine Steilstufe, über der dann oft wieder eine kleine Terrasse folgt. Schon auf der Karte kann man diese Zone mit einiger Sicherheit überall da erkennen, wo über den ausgebuchteten Linien der mit ζ verrutschten Schuttmassen die Höhenkurven wieder einen ruhigen Verlauf annehmen. Aufgeschlossen sind die Bänke z. B. unterm Schafberg (Nordseite), im Sattel zwischen ihm und dem Lochenstein, an der Straße Lochengründle-Tieringen, am mehrfach angeführten Bierkeller vor jenem Ort, im Langental, an der Laufener Steige (verrutscht), im Untereck und in einigen der Rutschen. An der Lochenstraße sieht man von Balingen heraufsteigend erst die Tone und Stücke aus den Bänken verrutscht an der Böschung unterm Gründle, mit *A. arolicus* und *Balanocrinus subteres*, dann ebenso auf der Südseite des Passes an der alten Straße, so daß hier die Unterlagerung der Lochenschichten durch diese Bänke wohl erkennbar ist.

Die Bänke selbst sind helle, graue bis gelbliche, etwas mergelige Kalke, frisch von großer Zähigkeit. Verwittert zerspringen sie leichter, oft nach ganz glatt durchsetzenden Flächen, dann lassen sich auch die Versteinerungen leicht herausschlagen, die aus dem unverwitterten Gestein nur sehr schwer zu gewinnen sind. Uebrigens sind sie nicht allzu häufig, die meisten Bänke erweisen sich als ziemlich fossilarm, wo aber welche vorhanden, da sind es meistens mehrere. Fucoiden stellen sich in einigen von den Bänken ein, namentlich die oberste von ihnen scheint regelmäßig von ihnen durchzogen[3]). Von Leitfossilien fand sich wenigstens *A. Toucasi* d'Orb. in einem Bruchstück in der Umgegend von Laufen, leider nicht im Anstehenden, aber dem petrographischen Charakter nach hierher gehörend. Verhältnismäßig häufig sind in den Bänken *A. subclausus* Op. und *bifurcatus* Q. sowie große Perisphincten der *Martelli*-Gruppe. Die Stücke sind vielfach schon im Gestein zerbrochen und verschoben, oft auch überhaupt nur in Bruchstücken eingebettet.

Die zwischenlagernden dunklen Mergel liefern etwas mehr, doch leider meist schlecht erhaltene und verrostete Versteinerungen, *Balanocrinus subteres* ist durch seine Häufigkeit für die Grenzschichten

1) G. Wundt, Ueber die Vertretung der Zone des *A. transversarius* Q. im schwäbischen Weißen Jura. Württb. Jahreshefte 1883, pag. 148 ff.

2) Engel, Wegweiser. pag. 372.

3) Vgl. L. Mösch, Geologische Beschreibung des Aargauer Jura. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. Bd. 4. 1867. pag. 126.

charakteristisch. Die Seeigel (*Disaster granulosus* und *carinatus*) sind nicht selten, leiden aber, wie fast alle Fossilien, an dem Uebermaß des Schwefelkieses, der ihre Gehäuse oft geradezu auseinandertreibt. Zahlreich sind ferner konvolute Perisphincten, fast immer nur innere Windungen größerer Exemplare, kleine Lingulaten, Oppelien und Trimarginaten. Leider ist es fast unmöglich die Fauna dieser Mergel mit Sicherheit rein zusammenzustellen. Weitaus die meisten und namentlich die besten Aufschlüsse werden von gleichfalls offenen Halden der Impressatone mit ihren ähnlich erhaltenen Fossilien und der Lochenschichten überlagert, und so ist es häufig unmöglich, zu bestimmen, was dem Anstehenden entstammt, was von oben herabgestürzt ist.

Ueber den Bänken folgen erst noch dunkle, nach oben immer heller werdende Mergellagen, welche den *Impressa*-Tonen entsprechen und über ihnen setzen in verschiedener Höhe die grusigen Stotzen der Lochenschichten ein. Im Untereck, wo diese Tone am mächtigsten entwickelt, am glättesten sind — es sind da an einigen Stellen nur die obersten paar Bänke an der Grenze verschwammt — liefern sie nicht selten *Terebratula impressa* und die kleinen auch sonst so charakteristischen verrosteten Schneckchen und sonstigen Versteinerungen der *Impressa*-Tone. Sie werden über den Bänken immer heller, einmal schaltet sich auch noch eine dichtere Bank dazwischen, und gleichen völlig der sonst im Lande herrschenden Ausbildung dieser Stufe. Auch in ihnen treten nach oben hin wieder Bänke auf, die sich nach der Grenze zusammenschließen.

Ein Exemplar der *Impressa* wurde weiterhin verrutscht auf derselben Bergseite in der Nähe des Hakenbrunns gefunden. Einige etwas zweifelhafte Stücke stammen aus einem Aufschluß in der Nähe von Tieringen unter dem Rank der Kurzensteige. Gerade hier wäre der Fund eines zweifellosen Exemplares von besonderer Wichtigkeit gewesen, da sich hier nur ganz wenige Meter Tone zwischen die *Transversarius*-Bänke und die anstehenden Schwammstotzen einschalten. Es wäre damit der Beginn der Subzone der *Ter. impressa* unmittelbar über den Bänken bewiesen, zugleich auch im Lochengebiet die Unterlagerung der Schwammschichten durch die *Impressa*-Tone. Nirgends nämlich, soweit ich je sah, lagern sich diese unmittelbar auf die *Transversarius*-Bänke, sondern überall schalten sich noch einige Meter Tone dazwischen. Da indes bis jetzt Angaben über die obere Grenze der *Transversarius*-Zone in Schwaben überhaupt noch nicht gemacht sind, so möchte ich es, wenn auch zunächst noch ohne strikten Beweis, für das Beste halten, die *Impressa*-Tone, soweit dies Wort eine stratigraphische und nicht bloß eine beschreibende Bedeutung haben soll, mit diesen ersten Tonlagen zu beginnen. Die glatte Facies geht also erst im Verlauf der *Impressa*-Zeit in die Schwammfacies über, an verschiedenen Punkten jedoch durchaus nicht gleichzeitig. Die glatte Facies der *Impressa*-Tone unterlagert im Lochengebiet, wenn auch zum Teil sehr wenig mächtig, stets die Schwammbildungen, die also stets nur einem Teil, dem mittleren und oberen entsprechen.

Fossilliste von α [*Transversarius*-Zone (T.) und *Impressa*-Ton (I.)].

Holz T.
Eugeniacrinus caryophyllatus Schl. T.
Balanocrinus subteres Mstr. T. u. I.
Astropecten sp. T. I.
Pentaceros primaevus Z. T. I.?
Collyrites carinata Leske I.
Disaster granulosus Mstr. T. I.
Disaster cf. *platypygus* Mstr. T.? I.
Goniaster impressae Q. I.
Cidaris sp. ?
Trochocyathus florealis Q. I.
„ *Delmontanus* Thurm I.
Serpula Deshayesi Gf. T. I.?
„ *subrugosa* Mstr. ?

Spirorbis planorbiformis Mstr. ?
Berenicea sp. I.
Terebratula cf. *bisuffarcinata* Sch. T.? I.
„ *Birmensdorfensis* Moesch ?
„ *gutta* Q. T.
Megerlea cf. *orbis* Q. ?
Waldheimia impressa I.
Megerlea friesenensis Schr. I.
Rhynchonella Fürstembergensis Q. I.
„ *spinulosa* Op. I.
Himnites velatus Gf. T.
Pecten aff. *textorius* Schl. I.
Nucula sp. T.
Leda nuda Phil. I.
Isocardia Schilli Op. T.
Nucula elliptica Phil. T.
Trochus impressae Q. I.
Alaria bicarinata var. *impressae* Q. I.
„ „ var. *nodosa* Q. I.
Purpurina Kokeni E. F. I.
„ sp. I.
Spinigera semicarinata Mstr. I.
Phylloceras protortisulcatum Pomp. I.
Harpoceras stenorhynchum Op. T.
„ cf. *complanatum* Brug T. I.
„ *trimarginatum* Op. T.
Oppelia subclausa Op. T.
„ *Bruckneri* Op.
Oppelia cf. *Lochensis* Op. T.
„ cf. *Gmelini* Op. I.
„ *flexuosa costata* Q. I.
„ *discus* Q. I.
Ochetoceras canaliculatum v. B. T. u. I.
„ *hispidum* Op. T.
Harpoceras lingulatum Q. T. I.
Cardioceras alternans v. B. I.
Perisphinctes bifurcatus P. T.
„ *Wartae* Buck T.
„ *Martelli* Op. T.
„ *gerontoides* v. Siem T.
„ cf. *Bonarellii* v. Siem. T. I.
„ cf. *plicatilis* Sow. ? I.
„ *Reichenbachensis* Q. I.
„ *microplicatilis* Q. I.
Peltoceras Toucasi d'Orb. T.
Aspidoceras corona Q. ?
„ *Meriani* Op. T.
„ *perarmatum* Sow.
Aptychus lamellosus Park. T. I.
„ *latus* Park. T. ?
Belemnites unicanaliculatus Zt. T. ?
„ *hastatus* Blainv. T. ?
„ *Sauvanausus* d'Orb. T. I.
„ *semihastatus* Blainv. ? I.
„ *pressulus* Q. I.
Notidanus sp. T.

Der Uebergang von der glatten in die ruppige Facies, das erste gesteinsbildende Auftreten der Schwämme setzte an verschiedenen Stellen zu verschiedenen Zeiten ein, und so erscheint die Mächtigkeit der tonigen *Impressa*-Lagen sehr wechselnd. Bald schon nach wenigen Metern, bald erst ganz oben beginnen sich die Schwämme in den Tonen einzunisten, werden herrschend und setzen dann mit ihren Begleitern ein ganz verschiedenes Gebilde zusammen, das im Lochengründle typisch ausgebildet und aufs trefflichste erschlossen, nach ihm den Namen Lochenschichten führt, das kolonisierte oder Schwamm α. Der tonige Charakter der ganzen Stufe bleibt zum Teil noch sehr wohl erkennbar, Tone und feinoolithisch tonige Lagen umschlingen alle die Fossilien, die tatsächlich die Hauptmasse des Gesteins ausmachen, und verursachen zugleich den leichten Zerfall und das schöne Herauswittern dieser Versteinerungen.

Es ist nicht möglich, mit wenigen Worten die ganze Fülle der Möglichkeiten und der Vorkommnisse zu erschöpfen. Bald herrscht der Ton vor, in der weichen, etwas bröseligen Masse liegen die Versteinerungen, zum Teil noch verkiest. Sie werden zahlreicher, bald nur noch verkalkt, und der Ton füllt nur noch die Hohlräume zwischen ihnen aus, in Schmitzen sie umwindend, sich anhäufend und

wieder auskeilend. Oder der Ton wird immer grusiger, Foraminiferen[1]) und Schalentrümmer größerer Formen, oft von Kalk umkrustet, setzen die Masse zusammen. Noch sind vielfach die Kalkbänke zwischen den Tonlagen wohl erkennbar, nicht im frischen, wohl aber im angewitterten Gestein heben sie sich heraus durch die festere Bindung der Reste, die sie gleich wie die Tone umschließen. Vielfach treten auch die Schwämme in Lagen auf, dicht aufeinander gepackte plattige Formen, dazwischen ab und zu ein derber, den sie umlagern; der Ton macht nur noch ein dünnes Zwischenmittel zwischen ihnen aus. Endlich verwächst alles in einer dichten Kalkmasse, einzelne Formen sind kaum mehr erkennbar, treten auch bei der Verwitterung nimmer hervor und zeigen sich höchstens im Durchschnitt oder sind an der gefleckten Oberfläche der frischen Bruchstücke kenntlich. Der Ton scheint völlig verschwunden oder tritt nur noch in spärlichen Schmitzen auf, und schon im α entwickeln sich so dichte, feste Felsen, wie sie völlig ähnlich ins β weiterwachsen oder sich in γ oder δ finden mögen.

Mit der Schwammbildung verbunden ist ein verhältnismäßig rascher Wechsel in der Mächtigkeit von α, die und zwar auf ziemlich kurze Entfernung, zwischen 35 und 75 m schwankt, wobei sich aber das Mittel entschieden mehr dem tieferen Werte nähert. Man hätte also am Ende dieser Periode im Gegensatz zu den meisten anderen Zeiten sich ein außerordentlich lebhaft bewegtes Relief des Meeresgrundes an der Stelle unseres heutigen Lochengebietes vorzustellen. — Vgl. Fig. 2.

Fossilliste von Weiß Jura α′ (Lochenschichten).

Bezüglich der Schwämme verweise ich auf die Arbeit von R. Kolb, Die Kieselspongien des schwäbischen Weißen Jura, Palaeontographica. Bd. 57. 1910. bezüglich der Bryozoen auf O. Wolfer.

Eugeniacrinus caryophyllatus Schl.
„ *nutans* Gf. (inkl. *E. compressus* Gf.)
„ *Hoferi* Mstr.
„ *astralis* Q.
Tetracrinus moniliformis Mstr.
Pentacrinus cingulatus Mstr.
„ var. *paucitrochus* Q.
Balanocrinus subteres Mstr.
Antedon aspera Q.
„ *scrobiculata* Mstr.
Pentaceros primaevus Zitt.
Astropecten spongiosum Q.
Goniaster impressae Q.
Sphaeraster tabulatus Gf.
„ *scutatus* Gf.
„ *punctatus* Q.
„ *annulatus* Q.
Cidaris coronata Schl.
„ *propinqua* Mstr.
Cidaris filograna Ag.
„ *subhistricoides* Q.
„ *cucumis* Q.
„ cf. *laeviuscula* Q.
„ *suevica* Desor
„ cf. *vallata* Q.
Rhabdocidaris copeoides Des.
„ *caprimontana* Ds.
„ *nobilis* Mstr.
Pseudodiadema Lochense Q.
„ *breviceps* Q.
„ *caliculum* Q.
„ *orbiceps* Q.
Magnosia decorata Ag.
Disaster granulosus Mstr.
Serpula trochleata Mstr.
„ *planorbiformis* Mstr.
„ sp.
„ *Delphinula* Gf.
„ *convoluta* Gf.

1) Vgl. Württemb. Jahreshefte. 1865. pag. 157.

„ *Deshayesi* Mstr.
„ cf. *flagellum* Mstr.
„ *prolifera* Gf.
„ *filaria* Gf.
„ *gordialis* Schl.
„ *plicatilis* Mstr.
„ *subrugulosa* Q.
„ *cingulata* Mstr.
„ *pentagona* Gf.
Terebella lapilloides Mstr.
Crania tripartita Mstr.
„ *bipartita* Mstr.
„ *porosa* Mstr.
„ *aspera* Mstr.
„ sp.
Rhynchonella lacunosa Schl.
„ *arolica* Op.
„ cf. *subsimilis* Schl.
„ *rostrata* Sow.
„ *triloboides* Q.
„ cf. *Moeschi* Haas
„ *strioplicata* Q.
„ *strioplanata* Q.
„ *Finkelsteini* Böse
Rhynchonellina striocincta Q.
Terebratula Zieteni Lor.
„ *bicaniculata* Zt.
„ *bisuffarcinata* Schl.
„ *Birmensdorfensis* Moesch
„ *Rollieri* Haas
„ *Kurrii* Op.
„ *Baltzeri* Haas
Megerlea orbis Q.
„ *gutta* Q.
„ *trisignata* Q.
„ *pectunculus* Schl.
„ *loricata* Schl.
„ *Friesenensis* Schrüfer
Waldheimia humeralis Roemer
Ostrea Römeri Q.
(Alectryonia) rastellaris Mstr.
„ cf. *Thurmanni* Et.
Exogyra auriformis Gf.
„ *Lochensis* E. F.
Spondylus pygmaeus Q.
„ cf. *tenuistriatus* Mstr. = *aculeiferus* Q?
Hinnites astartinus Grepp.
Ctenostreon tegulatum Mstr.
Lima Moeschi Lor.
„ *Quenstedti* Moesch.
Pecten subpunctatus Mstr.
„ *Chavattensis* Lor.
„ cf. *texturatus* Mstr.
Cucullaea sp.
Arca sp.
Nucula petinata Sow.
Modiola tenuistria Mstr.
„ cf. *pumila* Greppin
Astarte cf. *subpelops* Lor.
Isoarca Lochensis Q.
„ *helvetica* Lor.
Isocardia tenera Sow.
„ cf. *rostrata* Sow.
„ sp.
Anisocardia Liesbergensis Lor.
Thracia cf. *depressa* Morr.
Pholadomya canaliculata Roem.
„ *acuminata* Hartm.
Neritopsis jurensis Roem.
Peltarion Argovianum Op.
Alaria supraplicata Brös.
Spinigera spinosa Mstr.
Turbo valvata alba Q.
Pleurotomaria bijuga Q.
„ cf. *clathrata* Mstr.
„ *Babeauana* d'Orb.
Nautilus franconicus Opp.
Harpoceras trimarginatum Op.
„ cf. *arolicum* Op. = *complanatum* Q.
Oppelia flexuosa v. B.
„ cf. *Gessneri* Op.
„ *Gmelini* Op.
„ *Hauffiana* Op.

Oppelia Lochensis Op.
„ *tricristata* Op.
„ *semiplana* Op.
„ *Pichleri* Op.
„ *Buchi* Op.
„ *callicera* Op.
„ *lophota* Op.
„ *microdomus* Op.
„ *Strombecki* Op.
Ochetoceras canaliculatum L. v. B.
„ *hispidum* Op.
„ cf. *hispidiforme* Font.
Haploceras lingulatum Q.
„ *nudocrassatum* Q.
„ cf. *Bruckneri* Op.
„ *nimbatum* Op.
„ *modestiforme* Op.
Cardioceras alternans L. v. B.
„ var. *transversa* Q.
„ cf. var. *ovalis*
„ cf. *Bauhini* Op.
Olcostephanus stephanoides Op.
Perisphinctes Tiziani Op.
„ cf. *Bonarellii* v. Siem.
„ *plicatilis* Sow.
Perisphinctes colubrinus Rein
„ *obliqueradiatus* Jüssen.
„ *spongiphilus* Moesch
„ *virgulatus* Q.
„ *bifurcatus* Q.
„ cf. *macerrimus* Q.
„ *microbiplex* Q.
„ *microplicatilis* Q.
„ *gerontoides* v. Siem.
Aspidoceras perarmatum Sow.
„ „ *aequicosta* Q.
„ *semiarmatum* Q.
„ *Lochense* E. F.
Peltoceras bimammatum Q.
Aptychus latus Park.
„ *lamellosus* Park.
Belemnites hastatus Blaiw.
„ cf. *semihastatus* Blainw.
„ *pressulus* Q.
Brachyurenscheren
Glyphaea sp.
Prosopon marginatum H. v. M.
„ cf. *aequilaterum* H. v. M.
Sphenodus longidens Ag.
Fischreste.

Weiß Jura β.

Am Ende von α beherrschen die Lochenschichten in verschiedener Ausbildung, die jedoch meist noch den Tongehalt von α erkennen läßt, fast das ganze Blatt. Nur an ganz wenigen Stellen ist die αβ-Grenze unverschwammt. Auf einigermaßen weitere Erstreckung ist dies nur an der Nordwand des Tobels und am Ende des Zerrenstalltales der Fall. Hier ist die Grenze ähnlich entwickelt wie sonst im Lande. Ueber den Mergeln, die vielfach ganz von Schuttmassen verhüllt werden, treten die Bänke ein und schließen sich zuletzt zur dichten Wand zusammen; hier pflegt man dann die Grenze zu ziehen. Wenn auch die Fucoidenbank nicht ganz in der trefflichen Entwicklung sich zeigt, wie etwa am Sennenbrunn bei Laufen, so kann man doch in der Nähe der Grenze auch ganz gut entwickelte Fucoidenlager meist etwas tonigen Gesteins finden, und es konnten solche an der Nord- wie an der Südseite des Tobels und im Untereck nachgewiesen werden. Sie dürften angesichts ihrer Wiederholung im eigentlichen β an verschiedenen Stellen, und z. B. auch an der Bittenhalde, nicht als ein unbedingt sicherer Leithorizont aufgefaßt werden und mögen wohl überall da entstanden sein, wo es eben die Umstände gestatteten, eine Möglichkeit, die in dem ohnehin unregelmäßigen Schwammgebiet an verschiedenen Stellen zu sehr verschiedenen Zeiten eingetreten sein mag. Uebrigens ist im Schwammgebiet auch das zweite von Quenstedt angegebene Merkmal für die Grenze, das völlige Aufhören der Tonlagen zwischen

den Kalkbänken, nicht unbedingt zuverlässig. Es läßt sich nämlich auf der Südseite des Grates beobachten, wie im β von gewissen Erhebungen aus dunkle tonige Lagen zerrieben feingrusigen Materials sich zwischen die hellen Kalkbänke schieben und weiterhin an Mächtigkeit beträchtlich abnehmen. Ihr völliges Verschwinden bzw. Zusammenschrumpfen zum ganz geringen Tonbelag der Schichtfuge ist zwar nicht zu beobachten, läßt sich aber mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, so daß es wohl zweifellos falsch wäre, wenn man hier das tonige Lager samt den unterliegenden Kalkbänken noch zu α ziehen wollte.

An noch manch anderer Stelle ist es gleichfalls nicht ganz leicht, eine sichere Grenze anzugeben, denn läßt sich der Gegensatz zwischen dem tonigen α und dem mächtig ansteigenden kalkigen β auch im Schwammgebiet vielfach nicht verkennen, und bieten die auch hier auf der Grenze hervorbrechenden Quellen oft eine gute Handhabe, so wächst die Schwierigkeit doch beträchtlich da, wo anstatt der Wand kalkiger Bänke sich gleichfalls Bänke, doch grusig-klastischen Materials, einstellen, wie z. B. an der klassischen Lokalität des Lochengründle im Steinbruch, und dann in meist geneigter, doch tektonisch ungestörter Lagerung an die Erhebungen von α' sich anlehnen und die zwischen ihnen vorgebildeten Mulden erfüllen. Einige Klarheit gibt in solchen Fällen oft die grobe Bankung dieser Gebilde und namentlich ihre Fossilführung. Dann zeigt sich auch die sonst nicht eben angenehme Steilheit solcher Wände sehr willkommen. In der Darstellung auf der Karte ist eine Verschiebung der Grenze selbst um einige Meter hin und her nicht wiederzugeben. Für die Vorstellung von ihrer Genese ist sie gleichfalls ziemlich belanglos, da es ein geologischer Vorgang war, der zu Ende des α und zu Beginn des β genannten Zeitabschnittes in den Schwammfeldern jene Grusmassen entstehen ließ, umlagerte und in den Senken wie an den Erhebungen zur Ablagerung brachte. Daß die Hauptmasse der grusigen Bänke bereits ins β, wenn auch an seine untere Grenze zu setzen ist, das beweisen auch die Versteinerungen, indem sich z. B. im Lochensteinbruch fast alle die Fossilien wiederfinden, die Quenstedt und Oppel von dem bekannten β-Fundpunkte der katholischen Halde beschrieben haben; ganz besonders ist der Zonenammonit *A. bimammatus* Q. hier wenig selten und selbst den Arbeitern wohlbekannt.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß der genannte Ammonit, wenn auch selten, doch einige Male[1]) in den Schichten des eigentlichen Lochengründle gefunden worden ist. Es kann dies jedoch kein Grund sein, diese Stelle, die einst Quenstedt für γ, dann für α erklärt hat, nun noch zuletzt ins β zu setzen, da sich im Weißen Jura nun einmal Quenstedts wesentlich auf die petrographisch-orographischen Verhältnisse aufgebaute und Oppels rein paläontologisch begründete Einteilung nicht völlig in Einklang bringen lassen. Ihre Grenzen brauchen also auch nicht zusammenzufallen, und so mögen der Zone des *Peltoceras bimammatum* Q., die hauptsächlich den unteren Teil von Quenstedts β enthält, wohl auch noch die obersten Schichten von α zugezählt werden, die obersten Schwammschichten in α' und die höchsten in den Tonen steckenden Bänke in α, in denen ja auch die *Terebratula impressa* nicht mehr vorzukommen pflegt. Vgl. Fig. 1 rechts.

Weiß Jura β zeigt, wie schon α, eine große Mannigfaltigkeit der Ausbildung. Die grusigen pseudooolithischen Schichten des Lochensteinbruches wurden schon erwähnt, sie stellen sich in mächtigen Bänken besonders häufig im unteren Teil der Stufe ein. An anderen Stellen werden die Schwammbildungen mit einem Mal massiger, und steil erhebt sich die oft ganz aus Schwämmen zusammengesetzte Wand. Fast immer sind in ihr trotz der Verschwammung die Schichtfugen und einzelne

1) Von mir selbst wurde nur ein Exemplar auf der östlichen Seite gefunden, nach gütiger Mitteilung von Herrn Oberförster Holland und Herrn Lehrer Waidelich sollen einige weitere auch auf der Westseite gefunden worden sein.

leichter zerbrechliche Lager aus der Ferne wohl erkennbar. Man sieht die Schichten in weitgeschwungenem Bogen über die schon in α vorgebildeten Erhebungen sich wölben, senken und wieder heben. Daneben durchsetzt aber auch bisweilen ein dichter Schwammklotz die horizontal gelagerten Bänke. Schichtfugen sind in ihm kaum mehr erkennbar, die wenigen, die man noch zu entdecken vermag, steigen an seinem Rande steil nach oben, ein Beweis, daß er sich dereinst schon über seine Umgebung erhob und ein Riff im eigentlichen Sinne des Wortes darstellte. Andere Schwammstotzen finden sich in den Bänken eingelagert, die sie rings umfassen, unter- und überlagern, sie stören so den ruhigen Verlauf der Schichtfugen. Zwischen anderen finden sich weichere Bänke voll von Zerstörungsprodukten horizontal oder schief eingelagert. Die tonreichen Lagen der Schichtfugen winden sich unter den Schwammklötzen durch, überlagern sie oder setzen auskeilend ein Stück weit in sie hinein. Das Gestein zeigt sich fast ganz mit Schwämmen durchsetzt und häufig sehr reich an pseudooolithischen großen und kleinen Einschlüssen. Im ganzen scheint sich nach oben zu die Vorherrschaft der Schwämme zu vermindern, und wenn auch viele Schwammstotzen ihre Entwicklung fortsetzen, so treten doch auch mehrfach helle pseudooolithische oder ganz reine Kalkbänke ein, wie sie ähnlich schon seit Beginn des Zeitabschnittes an jenen Punkten sich abgelagert hatten, wo die Schwämme nie zur Herrschaft gelangten. Man wird also in Ober β einen den Schwämmen weniger günstigen Zeitabschnitt annehmen können, ähnlich wie sich dies in den von den Brüdern Würtenberger[1]) im Klettgau und am Randen beschriebenen entsprechenden Schichten darstellt. Hornbuck- und zum Teil auch Kussaburgschichten wären also dem unteren verschwammten Teil von β zu vergleichen, die Wangentalschichten dem oberen schwammfreien Teil. Doch erscheint eine genaue Parallelisierung und etwaige Dreiteilung unseres β nach dem dort gegebenen Muster vorläufig nicht wohl angängig.

In diesem oberen Teil von β stellen sich bisweilen rein weiße etwas mehlig-weiche, kalkige Schichten ein, die, in charakterischer Weise in kleine Scherben zerfrierend, den speziellen Fundort einer Anzahl kleiner Prosoponiden bilden. Die Krebse gehören zwar verschiedenen Species an, sind aber doch ihrer überwiegenden Mehrzahl nach *Prosopon marginatum* H. v. M. und ihm nahestehenden Formen zuzurechnen. Aufgeschlossen finden sich ihre Schichten z. B. an der Kurzensteig, wo sie etwas unregelmäßig die verchiedenen Schwammstotzen überlagern, sowie vorn in der Stirn der Bittenhalde, wo sie sich wenig unter der oberen Grenze von β finden. An anderen Stellen wird β oben wieder etwas toniger, wie denn ein gewisser, wennschon geringer Tongehalt auch sonst in β wohl vorkommt und zuweilen in den Schwammbildungen selbst von Ober β unerwartet stark auffällt.

Wie bei α, so ist auch bei β die Mächtigkeit eine recht verschiedene. Die Unregelmäßigkeit des Reliefs wird keineswegs ausgeglichen, vielmehr lagerte sich das Material zunächst auf den Höhen wie in den Tiefen ziemlich gleichmäßig ab, ja mehrfach scheinen sogar die Erhebungen noch ein besonders starkes Wachstum zu zeigen. Erst gegen das Ende von β zu zeigen sich die Mulden von Schichten ausgefüllt, die den Höhen zu sich stark ausdünnen, wenn nicht völlig auskeilen. Die größte Unregelmäßigkeit des Reliefs zeigte sich also etwa im zweiten Drittel, nicht am Schluß von β. Die größte Mächtigkeit der Stufe beträgt etwa 70 m, als Mittel mag man etwa 45 annehmen und zwar für verschwammtes wie für nicht verschwammtes Gestein.

1) Fr. J. u. L. Würtenberger, Der Weiße Jura im Klettgau und angrenzenden Randengebirge. Verh. d. Naturw. Vereins Karlsruhe. 1866. Heft 2.

Fossilliste für Weiß Jura β und β'.

Ueber die Schwämme und Bryozoen siehe bei α'. Ebenso kommen die dort angeführten Serpeln alle noch in β vor.

Chondrites Hechingensis Q.
Trochocyathus cf. *Delmontanus* THURM.
Eugeniacrinus caryophyllatus SCHL.
„ *nutans* GF.
„ *Hoferi* MSTR.
Tetracrinus moniliformis MSTR.
Apiocrinus sp.
Pentacrinus cingulatus Q.
Balanocrinus subteres MSTR.
Antedon aspera Q.
„ *scrobiculata* MSTR.
Astropecten spongiosum Q.
Sphaeraster tabulatus GF.
„ *scutatus* GF.
„ *punctatus* Q.
„ *annulosus* Q.
„ *filograna* AG.
Cidaris coronata SCHL.
„ *cucumis* Q.
„ *subhistricoides* Q.
„ *propingua* MSTR.
Rhabdocidaris cf. *nobilis* MSTR.
„ *caprimontana* DES.
Pseudodiadema Lochense Q.
Disaster granulosus MSTR.
Rhynchonella lacunosa SCHL.
„ lac. var. *cupicalcis* Q.
„ „ „ *polita* Q.
„ „ „ *rariplicata* Q.
„ *arolica* OPP.
„ *subsimilis* SCHL.
Rhynchonella inconstans SOW.
„ *rostrata* SOW.
„ *triloboides* Q.
„ *Moeschi* HAAS
„ *strioplicata* Q.
„ *strioplanata* Q.
Terebratula Zieteni LOR.
„ cf. *bicaniculata* ZIETEN
Terebratula bisuffarcinata SCHL.
„ „ var. *gigas* Q.
„ *Birmensdorffensis* MOESCH
„ *Rollieri* HAAS
„ cf. *subsella* LEYM.
„ *nucleata* SCHL.
„ *Kurri* OPP.
„ *Baltzeri* HAAS
Megerlea orbis Q.
„ *gutta* Q.
„ *trisignata* Q.
„ *pectunculus* SCHL.
„ *loricata* SCHL.
„ *Friesenensis* SCHRÜFER
Waldheimia humeralis ROEMER
Ostrea Römeri Q.
„ *rastellaris* MSTR.
Exogyra auriformis GF.
Plicatula subserrata GF.
Hinnites astartinus GREPPIN = *velatus* Q.
„ *spondyloideus* SEEB.
Spondylus pygmaeus Q.
Ctenostreon cf. *tegulatum* MSTR.
Lima cf. *alternicosta* BUV.
„ *Quenstedti* MOESCH
Pecten cornutus Q.
„ *subpunctatus* MSTR.
„ cf. *texturatus* MSTR.
„ *cingulatus* Q.
„ *subtextorius* MSTR.
Perna sp.
Nucula pectinata SOW.
Modiola tenuistriata MSTR.
Isoarca helvetica Q.
Isocardia tenera SOW.
Anisocardia cf. *liesbergensis* LOR.
„ sp.
Pholadomya acuminata ZT.
Pleurotomaria bijuga Q.

Pleurotomaria clathrata Mstr.
„ *Babeauana* d'Orb.
„ *Eudora* d'Orb.
„ *speciosa* Q.
Spinigera spinosa Mstr.
Alaria bicarinata Q.
Neritopsis jurensis Op.
Nautilus franconicus Op.
Phylloceras protortisulcatum Pomp.
Harpoceras cf. *arolicum* = *complanatum* (die kleinen Formen, Brut)
„ *arolicum* Op.
„ *trimarginatum* Op.
Oppelia lochensis Op.
„ *callicera* Op.
„ *Hauffiana* Op.
„ *tricristata* Op.
„ cf. *Holbeini* Op.
„ *trachynota* Op.
„ *Wenzeli* Op.
„ *Bachi* Op.
„ *Gessneri* Op.
„ *Gmelini* Op.
„ *semiplana* Op.
„ *Strombecki* Op.
„ *microdomus* Op.
„ *Pichleri* Op.
„ *lophota* Op.
„ *flexuosa costata* Q.
„ *crassata* Q.
„ *spoliata* Q.
„ *pinguis* Q.
Ochetoceras canaliculatuu v. B.
„ *hispidiforme* Font.
„ *hispidum* Op.
„ cf. *Marantianum* d'Orb.
Haploceras lingulatum Q.
„ *nudatum* Q.
„ *Bruckneri* Op.
„ *nudocrassatum* Q.
„ *falcatum* Q.
„ *falcula* Q.
Haploceras nimbatum Op.
„ *modestiforme* Op.
Cardioceras alternans v. B.
„ „ var. *lineatum* Q.
„ *Haizmanni* F.
„ *transversum* Q.
Holcostephanus Witteanus Op.
Perisphinctes cf. *densicosta* Gemm.
„ *colubrinus* Rein
„ *Rütimeyeri* Lor.
„ *Tiziani* Op.
„ cf. *Mogosensis* Choffat
„ *pseudoplicatilis* v. Siem.
„ *stenocyclus* Ft.
„ *praenuntiam* Ft.
„ n. sp. v. Siem.
„ cf. *nodosus* Zt.
„ *Roubyanus* Ft.
„ cf. *triplex* Q.
„ cf. *polygyratus* Rein
„ *Schilli* Op.
„ *Laufenensis* v. Siem.
„ *bifurcatus* Q.
„ *microbiplex* Q.
„ *planula* Zt.
„ „ *evolutus* Q.
„ *Roemeri* C. Mayer
„ cf. *involutus* Q.
„ *striolaris* Rein
„ *virgulatus* Q.
„ *Streichensis* Op.
„ *suevicus* v. Siem.
„ *unicomptus* Font.
„ *gigantoplex* Q.
„ *gerontoides* v. Siem.
„ *progeron* v. Ammon
Peltoceras bimammatum Q.
Aspidoceras perarmatum Sow.
Aspidoceras semiarmatum Q.
„ *Lusitanicum* Choffat
Sutneria Galar Op.
Aptychus laevis Park.

Aptychus lamellosus Park.
Belemnites hastatus Blainv.
Prosopon marginatum Mey.
„ *simplex* Mey.
Proposon cf. *aequilaterum* Mey.
„ *grande* Mey.
„ *spinosum* Mey.
Sphenodus longidens Ag.

Weiß Jura γ.

An dieser Stufe zeigt sich am deutlichsten der Unterschied der neuen von der alten Karte Quenstedts und Hildenbrands. Weiß Jura γ bildet in Schwaben überhaupt eine Ablagerung vorherrschend tonigen Charakters Darauf beruht die Bildung der Hochfläche zwischen β und δ. Eine ähnliche Rolle spielt γ auch vielfach im landschaftlichen Aufbau unseres Gebiets, und nur an wenigen Stellen setzt sich, wie am Schafberg, der Aufstieg ununterbrochen bis zum δ fort.

Auf der Karte wurde γ nicht mit einheitlicher Färbung dargestellt, sondern es wurde versucht, außer durch die eingezeichnete Schwammsignatur auch noch durch Abtönung die verschiedene Ausbildung der wesentlich gleichzeitigen Ablagerungen darzustellen. Ich bin hierbei von zwei verschiedenen Typen ausgegangen, den zwei Extremen, als deren Mischung die sämtlichen übrigen Ausbildungsarten angesehen werden mögen, ich nenne sie die „weiße" und die „grüne" Facies, man könnte ebenso gut von einer vorwiegend kalkigen und einer vorwiegend tonigen, oder einer vorwiegend autigenen und vorwiegend allotigenen reden.

Das „weiße" γ stellt in seiner extremsten Form, wie man sie z. B. auf Hossinger Markung, am Lerchenbühl, daneben wesentlich am Torbühl und auch auf dem eigentlichen Plateau des Lochenberges da und dort findet, ein Gebilde dar, das mit den oben beschriebenen weißen Lagen von Ober β die größte Aehnlichkeit besitzt. In der Tat dürfte es seiner Entstehung nach diesen völlig analog sein. Weshalb ich es dem Alter nach zu γ rechne, möchte ich erst nachher besprechen. Hildenbrand hat es seinerzeit fast überall als δ gedeutet.

Es ist, wie die Karte zeigt, durch mannigfache Uebergänge mit „grün" γ verknüpft, der tonreichen Facies, die typisch z. B. auf Himmlen sich entwickelt zeigt. Die Farbe ist in der Natur durchaus nicht immer, nicht einmal vorwiegend, grün, graue, bläuliche und grünliche Töne sind vertreten.

Da es sich vermöge des Tongehaltes der gewöhnlichen Ausbildung von γ im nichtverschwammten Gebiet am meisten nähert, mag es hier voranstehen. Auch ist es vermöge seiner Fossilführung, die die Fülle der für γ leitenden Arten zeigt, stets leicht seinem Alter nach zu erkennen. Rein tonig ohne Verschwammung ist es nur an einer Stelle, an der Südseite des Tobels, ausgebildet. Soweit es die Aufschlüsse gestatten, erkennt man dort im unteren Teil eine mächtige tonige Lage, weiter oben eine Reihe von Bänken, die durch Tonzwischenlagen getrennt werden. Die Mächtigkeit des Ganzen erscheint im Vergleich mit anderen Gegenden verhältnismäßig gering. Die untere Grenze liegt noch völlig im Steilanstieg, wo bei Regen eine Art Quelle über den glatten Bänken hervortritt und sie freilegt. Die Bänke von β sind darunter schon etwas tonig, sie werden noch dunkler, toniger, dann zerfällt eine in die mergelhaltigen Brocken, und zugleich stellt sich ein gewisser Reichtum an Versteinerungen ein, der ja stets im Weißen Jura die Grenzen zu begleiten pflegt. Hier ziehe ich die Grenze, wenn sich auch *A. Reineckianus*, das Leitfossil für Unter γ, noch nicht gefunden hat. Es sind dies Engels[1]) „tonige Schichten mit Kragenplanulaten" an der Basis des Weiß Jura γ.

An anderen Stellen mangelt es durchaus nicht an Schwämmen. Ich nenne nur die bekannte

1) Engel, Geogn. Wegweiser. pag. 411.

Bittenhalde bei Tieringen, einen der ausgezeichnetsten Fundpunkte für eine Reihe sonst seltener γ-Fossilien. Gerade wie am Lochengründle scheint auch hier der reichliche Tongehalt die Erhaltung und namentlich die Gewinnung der Fossilien sehr zu begünstigen. Er umgibt ihre Formen, sein Hohldruck scheint jedes Detail zu zeigen, die Schale ist weggelöst und durch ein leichtes Eisenoxydhäutchen ersetzt, und das leicht zerfrierende Gestein läßt seine Schätze leicht herausfallen. Sie verwittern freilich rasch, werden aber jedes Jahr durch neue ersetzt, die der Pflug aus der Erde reißt. Dieser Fundplatz ist durchaus nicht der einzige, und wenn er auch der beste sein mag, so gibt es doch eine Reihe anderer, die dem Sammler kaum weniger die Mühe lohnen.

Wesentlich spärlicher sind die Versteinerungen im „weißen" kalkigen γ verteilt. Schwämme, Terebrateln, zuweilen mit Kieselringen, und Prosoponiden, von Muscheln *Himnites astartinus* Greppin und *Isoarca striatissima* Q., das sind die häufigst gefundenen Versteinerungen. Ammoniten, in der tonigen Ablagerung reichlichst vorhanden, sind hier seltenere Gäste, oft schlecht erhalten, vielfach Formen, die von den für γ typischen abweichen und sich denen von β oder auch δ nähern. In der Tat, es scheint zunächst wohl unwahrscheinlich, eine solche Ablagerung für γ zu halten, die in ihrem Fossilgehalt und in ihrem petrographischen Aussehen sich so weit vom normalen γ entfernt. Hildenbrand hat große Teile davon, selbst solche, die sich schon recht deutlich dem tonigen γ nähern, für δ gehalten. Fragen wir, was für Gründe ihn dazu veranlaßten, so mag zunächst ein Ueberrest jener alten Ansicht über die Stellung der Schichten im Lochengründle noch mit im Spiel gewesen sein. Wenn man jenes für γ hielt, so mochten die Schichten auf der Höhe wohl für δ angesehen werden. Das Gestein, vielfach kalkig und pseudooolithisch, mochte dazu wohl stimmen, die Schwämme, Cnemidien und Siphonien, die Terebrateln mit ihren Silifikationsringen[1]), die Prosoponiden, die wenigen gefundenen Ammoniten, die nicht den in γ gewöhnlichen entsprechen, mochten als Beweise dafür gelten; dazu kam die hohe Lage und die Ueberlagerung über normales γ, die an einigen Stellen recht deutlich zu sein schien. Es ist Hildenbrand nicht wohl zu verübeln, wenn er hier fehlgriff, und nur an wenigen Stellen liegt die Sache so klar, daß er dort ohne weiteres hätte das Richtige ergreifen sollen. Aber es hinderte ihn wohl die Größe des aufzunehmenden Gebiets am längeren Verweilen, und schließlich wissen wir nicht, ob nicht die verlorenen Brouillons manches Einzelne richtiger mögen enthalten haben.

Warum Hildenbrand mit seiner Deutung unrecht hatte, das wird sich nachher besser ergeben. Zunächst nur so viel, daß mehrfach die Lagerung unmittelbar über β diese Deutung erschwert, daß pseudooolithisches Gestein in schwammführenden Schichten überhaupt häufig ist und namentlich schon in β reichlich genug vorkommt. Die genannten Schwammgruppen sind jedenfalls keine zuverlässigen Leitfossilien und treten zum Teil schon im sicheren Unter γ, vielleicht schon Ober β auf. Silifikationserscheinungen endlich, auf die Quenstedt und Engel so besonderen Wert legen, sind zwar in der Regel wohl im Schwäbischen Jura auf Weiß δ und ε beschränkt, andererseits aber im verschwammten Gebiet, da die Kieselsäure der Schwammskelette doch irgendwo bleiben mußte, wohl in jedem Horizonte denkbar. Es war also etwas voreilig, jene Regel auch auf ein Gebiet zu übertragen, wo im Gegensatz zum übrigen Jura die Verschwammung schon im α statt erst in Ober γ herrschend geworden war und in der Tat finden sich die Kieselringe auf Terebrateln auch zusammen mit *A. Reineckianus*. Uebrigens sind sie in den besprochenen Ablagerungen nicht so sehr häufig und lange nicht so stark wie in δ vertreten. Prosoponiden wurden schon aus α und β erwähnt und unter den Ammoniten findet sich, soweit ich irgend gesehen oder erfahren habe, auch nicht eine Form, die

1) Quenstedt, Jura. pag. 677.

mit einigermaßen größerer Wahrscheinlichkeit auf δ als auf γ hinwiese. Ueber das Vorkommen von *Gastrodorus Neuhausense* Mey möchte ich nachher sprechen.

Ungleich schwieriger als bei δ wird es sein, die Annahme zu entkräften, daß es sich bei diesen Schichten um β handelt. Die vielfach unmittelbare Lage über β, die petrographische Zusammensetzung, die Wiederholung mancher in Ober β vorkommender Versteinerungen sprechen für eine Vereinigung mit jener Stufe.

Dagegen wird man geltend machen können, daß die „grüne" Facies durch alle Uebergänge mit der „weißen" verbunden ist, wobei die leitenden Fossilien zwar etwas seltener werden, aber doch noch bis in die kalkreichsten und schon fast rein weißen Ablagerungen hinein sich verfolgen lassen. So sind große Gebiete der Karte, die sich wesentlich der kalkigen Facies anschließen, durch ihren Fossilgehalt als zweifelloses γ erwiesen, obwohl auch in ihnen jene Fossilien von Ober β sich wiederholen. Es finden sich ferner zwischen und unterhalb von „weißen" Ablagerungen zweifellose „grüne", in typisch tonigen „grünen" stellen sich an einzelnen Stellen, und zwar namentlich da, wo die Ablagerung wohl rasch geschah und später nicht wieder gestört wurde, rein „weiße", in kalkigen bisweilen tonreiche Ablagerungen ein. Ich möchte hier namentlich auf den Fund einer *Terebratula nucleata* hinweisen, die zwar mitten in der grünen Masse lag, innerlich aber sich mit der rein weißen erfüllt zeigte, ein Beweis mindestens dafür, daß sich in der γ-Periode auch rein weiße Absätze bilden konnten. Aehnliches findet sich übrigens nicht allzu selten in Schwämmen, deren Gewebe, innerhalb der Mischfacies gefunden, sehr oft im Innern weiße Ablagerungen zeigt. — Auch mag es immerhin als wenig wahrscheinlich gelten, wenn an manchen Stellen β ins Ungeheuerliche anschwölle, γ fast völlig zusammenschrumpfte. — Endlich fand ich bei Nusplingen an der Heidenstädter Steige in zweifellosem γ, unter- und überlagert von *A. Reineckianus*, weiße Kalkschichten, die denen dieses Blattes völlig ähnlich waren.

So lassen sich eine ganze Reihe von Gründen anführen und Erwägungen anstellen, von denen zwar keine jede andere Deutung völlig ausschließt, die aber doch in ihrer Gesamtheit mich zu der Ueberzeugung gebracht haben, daß zunächst zweifellos die gemischten, sodann mit größter Wahrscheinlichkeit auch die Hauptmasse der rein weißen Ablagerungen zeitlich dem γ zuzuschreiben ist. Dabei ist es freilich nicht erstaunlich, wenn die Grenze zwischen β und γ zuweilen etwas zweifelhaft bleibt, ein überall unbedingt sicheres Merkmal für diese Grenze ist mir nicht bekannt, und die unregelmäßige Oberfläche, die schon Weiß Jura α und auch β an den Wänden zeigen, die wechselnde Mächtigkeit, und ebenso die noch später zu besprechende Verteilung der Leitfossilien von Unter und Ober γ lassen jede Unregelmäßigkeit im Aufbau der Hochfläche und ein häufiges Emporragen alter β-Erhebungen als wahrscheinlich erscheinen, machen jedes Berechnenwollen zum Unsinn und beschränken die Geltung jedes Leitfossils auf die allernächste Umgebung seines Fundpunktes. So habe ich denn auch diese Grenze mehrfach bewußt schematisiert und bin fest überzeugt, daß sich sowohl außerhalb meiner γ-Grenzen noch Ablagerungen dieses Alters, als innerhalb derselben noch Durchragungen von β befinden. Diese aber mit zweifelloser Sicherheit nachzuweisen und zu umgrenzen, erscheint vorläufig als unmöglich, und so habe ich es denn für besser gehalten, hier lieber etwas zu schematisch vorzugehen, als mit zweifelhaften Details zu prunken.

Die Entstehung der „weißen" Schichten, die sich mit besonderer Vorliebe im unteren Teil von γ finden, aber auch im oberen nicht völlig fehlen, erkläre ich mir ähnlich wie die jener ganz entsprechenden Schichten von Ober β und wie die jener tonigen pseudooolithischen Ablagerungen zu Beginn von β als die Resultate einer wenigstens oberflächlichen Aufwühlung des Meeresgrundes, speziell einer

Zerstörung der Erhebungen. Mit den umgelagerten weißen Kalken, die also an Ort und Stelle entstanden, mischten sich nun bald mehr, bald weniger die tonigen Bestandteile, die in ihrer Hauptmenge anderswoher herbeigeschafft wurden. An manchen Stellen überwog die Zufuhr fremden, an anderen die Ablagerung des autigenen Materials, dies wechselte an einer und derselben Stelle wohl auch ab, und es entstanden so alle Zwischenstufen zwischen der fast rein weißkalkigen und der vorwiegend tonigen Ablagerung. Vermehrt wird diese Mannigfaltigkeit der Gebilde noch durch das Auftreten der Schwämme, sowie durch Umwandlungsvorgänge im Gestein. Daß Schwämme im „weißen" wie im „grünen" γ vorkommen, wurde schon gesagt; wo sie aber überhand nehmen und selbst den Charakter der Ablagerungen mit der Masse ihrer Körper und der sie vielfach begleitenden Grusbildungen wesentlich beeinflussen, da können sie die anderen Merkmale derart zurückdrängen, daß die Entscheidung über das Alter der Ablagerung eine ungemein schwierige wird. Dasselbe tritt auch in dem Fall ein, wenn ein Teil der γ-Ablagerung als dichter Fels erscheint, der völlig denen von β' und δ ähnlich werden kann. Nur der Mangel an größeren selbständigen Kieselausscheidungen scheint sie von δ zu trennen, auch gegen β ist oft eine sichere Grenze kaum möglich, der Fels erscheint dicht, Schichtfugen sind oft kaum mehr sichtbar, er verwittert auf der Oberfläche zu kleinen eckigen Stückchen, die dann die Halden zusammensetzen; Brachiopoden sind oft das einzige, was sich darin noch an Versteinerungen nachweisen läßt. Solche γ-Felsen erwähnt schon Quenstedt[1]) in den Begleitworten zu Blatt Balingen. Sie sind auf der Ostseite des Beeratales mehrfach sichtbar, kommen aber auch z. B. an der Nordwand des Tobels vor. Ihr scheinbar isoliertes Auftreten, das oft durch die Waldbedeckung der Umgebung noch vermehrt wird, läßt sich vielfach damit erklären, daß die weicheren sie umlagernden Schichten sehr viel leichter der Erosion zum Opfer gefallen sind und nur der allerdichteste und festeste Kern so lange Widerstand leisten konnte. Ihre Zugehörigkeit zu γ läßt sich aber doch an einigen Punkten aus der Lagerung oder aus dem Uebergang in toniges fossilführendes γ erweisen, wie z. B. an den Felsen links des Weges von Tieringen zum Untereck, da wo man den ersten Acker erreicht. In der Talsohle liegt weiches toniges γ mit zahlreichen Fossilien, daneben treten rechts und links rauhere Felsen auf, in denen man die Abnahme des Tongehaltes deutlich verfolgen kann. Seltener fanden sich auch in ihnen selbst für ihr Alter beweisende Fossilreste. Diese dürften meist zerstört sein, und der Prozeß der Umbildung scheint derselbe gewesen zu sein, wie derjenige, der sich an den Felsen von δ vollzog, aber es ist sehr schwer, über seine Natur etwas Bestimmtes auszusagen. Der Chemismus der Weiß-Juraablagerungen ist uns noch recht wenig bekannt, und das Wenige, was gelegentlich paläontologischer Untersuchungen veröffentlicht[2]) wurde, ist mehr beschreibender als erklärender Art und läßt jedenfalls auf sehr komplizierte Vorgänge schließen.

In dieser verwirrenden, aufs bunteste gemischten, unter sich und mit den Gesteinen anderen Alters sich berührenden, ja Uebergänge bildenden Mannigfaltigkeit der petrographischen Ausbildung, bei der Unsicherheit der Mächtigkeitsverhältnisse und dem bewegten, aber vielfach unbekannten Relief der unterlagernden β-Oberfläche blieben die Fossilien die einzige Rettung, wenn ich mich nicht auf gut Glück meinem geologischen Instinkt anvertrauen wollte. Engel[3]) hat schon seit längerer Zeit sowohl

1) Begleitworte. pag. 37 (nicht β, sondern γ).

2) Vgl. Rauff, Fossilisationsprozeß gewisser verkieselter Spongien. Korrespondenzbl. d. Nat.-hist. Ver. d. preuß. Rheinlande. 49. Jahrg. 1892. pag. 51. — Rauff, Paläospongiologie. Palaeontographica. Bd. 40. pag. 205 ff. — Kolb, Die Kieselspongien des schwäbischen Weiß Jura. Palaeontographica. Bd. 58. pag. 145 ff.

3) Engel, Württemb. Jahreshefte. 1897. pag. 56 ff.

für Unter wie für Ober γ eine Reihe leitender Ammoniten genannt, Haizmann in seiner trefflichen Arbeit[1]) die Verbreitung dieser Zonen über die ganze Erstreckung der Schwäbischen Alb und weit darüber hinaus verfolgt und die Geltung der Leitfossilien bekräftigt. Dennoch schien sie im Schwammgebiet nicht ganz zweifellos. Auf Engels vergleichendes Profil des verschwammten und nichtverschwammten γ[2]) wurde bereits in der Einleitung hingewiesen, auch Haizmann führt mehrere zweifelhafte Stellen an. Jedenfalls durfte die Geltung der Leitfossilien in unserem Gebiete nicht so ganz ohne weiteres angenommen werden. Der einzige Weg, der zu einem sicheren Ziele in dieser Beziehung führen konnte, war ein gründliches Absuchen des ganzen Geländes mit möglichst genauer Beachtung aller etwa wichtigen Fossilien. Dies konnte bei der Kartierung am besten geschehen. So nur konnte eine gewisse Kenntnis erlangt, ein etwaiges Zusammenvorkommen der sonst für verschiedene Zonen leitenden Formen konstatiert werden. Zugleich wurden dabei noch an mancher Stelle Leitfossilien gefunden, die für die Klärung der Verhältnisse wichtig waren.

Ehe ich an die Besprechung der Leitfossilien gehe, möchte ich noch darauf hinweisen, wie schwierig es ist, in einem Gebiete Leitfossilien neu als solche zu erkennen, wo die petrographisch klare Scheidung der Schichten vielfach fehlt, die Lagerung unsicher ist und auch die Art des Vorkommens im Acker Zweifel möglich macht; ich war also gezwungen, mich wesentlich auf die bisher als Leitfossilien genannten Arten zu konzentrieren und möchte ihnen nur ein neues, *A. alternans ovalis* Q., beifügen, der für die Grenzregion βγ typisch scheint, ohne daß ich doch mit Bestimmtheit sagen könnte, ob er mehr nach oben oder nach unten zu rechnen wäre.

Haizmann stellt in der Zone des *A. Reineckianus* eine untere Schicht mit *A. Wenzeli, falcatus, planula* einer höheren mit *A. Reineckianus* und *inflatus macrocephalus* gegenüber; diese entspricht noch β, jene dem untersten γ. Speziell in der „weißen" Facies von γ scheinen aber doch die für Ober β genannten Formen noch zusammen mit *A. inflatus macrocephalus* Q. vorzukommen, ebenso ist *Galar* nicht selten, der ja ohnehin schon in Ober-β auftritt. Als Fundpunkt nenne ich hier z. B. die Senke am Lochentrauf, gegenüber dem Ende des Langentals. — Es wäre also daran zu denken, ob nicht *A. inflatus macrocephalus* schon früher, im eigentlichen β vorkäme. Ich muß nun freilich die Möglichkeit zugeben, daß er selbst, vielleicht auch eine ihm nahestehende verwandte Art, die sich bei schlechter Erhaltung nicht wohl von ihm trennen läßt, wohl schon im obersten β vorkäme, indes findet er sich so häufig und schön gerade zusammen mit *A. Reineckianus*, daß er in seiner Hauptentwicklung jedenfalls in dessen Subzone zu rechnen ist. Auch habe ich öfters die Erfahrung gemacht, daß da, wo sich zuerst nur ein schlechter *Inflatus macrocephalus* Q. fand, bei eingehendem Suchen sich zuletzt auch noch *Galar* Op. und *Reineckianus* Q. feststellen ließen, und so bin ich geneigt, diese drei als eine Art Genossenschaft zu betrachten, die ich als leitend für Unter γ ansehen möchte. Treten sie nun auch häufig zusammen auf, so besteht doch im Verhältnis ihrer Mischung ein gewisser Wechsel. Man kann nämlich mehrfach bemerken, daß in dem Maße, wie der Tongehalt abnimmt, die grüne in die weiße Farbe und Facies übergeht, ebenso *A. Reineckianus* Q. immer seltener, *A. Galar* Op. immer häufiger wird, während *A. inflatus macrocephalus* Q. ziemlich gleich bleibt. So kann man z. B. auf den *Reineckianus*-Aeckern der Bittenhalde auf 100 *Reineckianus* höchstens 4 oder 5 *Galar* finden, auf den Feldern von Hossingen wird man umgekehrt auf 50 *Galar* etwa 5—10 *Reineckianus* erwarten, die, wenn auch spärlicher, doch auch noch in sehr kalkreiche Ablagerungen hinein vorkommen. Dieser anscheinenden

1) Haizmann, Der Weiße Jura γ und δ in Schwaben. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 15. 1902. pag. 473 ff.
2) Engel, Geogn. Wegweiser. pag. 411.

Vorliebe des *Galar* für kalkreichere Ablagerungen entspricht ja auch sein Vorkommen schon in Ober β, und es könnte als zweifelhaft erscheinen, ob nicht in einem rein tonig entwickelten Ober-β nicht auch schon *A. Reineckianus* vorkommen könnte. Indes darf uns dieser Gedanke nicht hindern, vorläufig einmal, und für Schwaben wird dies wohl auch geltend bleiben, *A. Reineckianus* und *inflatus macrocephalus* als Leitfossil für Unter-γ festzuhalten.

Bilden so diese drei, *A. Reineckianus* Q., *Galar* Op. und *inflatus macrocephalus* Q. eine Art Gemeinschaft, die sich, wie in anderen Gegenden, so auch im Lochengebiet sehr häufig zusammen findet, so ist es doch fraglich, ob sie wie im glatten γ, so auch im verschwammten allezeit eben nur auf die allertiefste Bank beschränkt bleiben. Auf der Bittenhalde, wie an mancher anderen Stelle, kann man ihre Verbreitung über einen recht beträchtlichen Vertikalabstand verfolgen. Sieht man ab von dem, was am Gehänge verrutscht ist, einer z. B. an der Bittenhalde recht wohl zu beachtenden Fehlerquelle, mit der sich aber doch nicht alles erklären läßt, so bleiben immer noch einige Möglichkeiten zur Erklärung dieser Beobachtung übrig. Man wird in erster Linie daran denken, daß der Untergrund, auf den sich γ lagerte, ein recht unebener war, und diese Erklärung ist auch in sehr vielen Fällen völlig ausreichend und zweifellos richtig. Man wird aber auch daran denken können, daß in dem geologischen Zeitraum, in dem sich sonst in Schwaben die wenig mächtige Bank mit jenen Fossilien gebildet hat, hier im Schwammgebiet mächtigere Schichten entstehen konnten und die Fossilien sich dann auf deren Mächtigkeit verteilen müssen. Auch dies erscheint wohl als möglich, aber doch nicht allzu wahrscheinlich, jedenfalls nicht als allein ausreichend. Endlich bleibt noch die Möglichkeit übrig, daß im Schwammgebiet diesen Tieren eine geologisch längere Lebensdauer beschieden gewesen sei, als in den anderen Gebieten. Diese Annahme gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, daß im Schwammgebiet bei einem Wechsel doch eine etwas größere Stabilität der Lebensbedingungen herrschte, als an anderen Stellen. Neben dem fremd zugeführten Material kamen hier als Untergrund auch die autigenen Ablagerungen in Betracht, das reich entwickelte organische Leben konnte vielleicht geeignete Nahrungsquellen liefern, und die Verschiedenheit der Lebensbedingungen auf den Riffen ließ wohl immer eine günstige Stelle übrig, wo sich die Art auch unter sonst wenig glücklichen Umständen erhalten konnte. Mir drängte sich diese letztere Annahme geradezu auf, als ich unter der Führung von Herrn Professor von Koken die Steige Nusplingen-Heidenstadt kennen lernte. Noch mehr als 70 m über seinem ersten Lager findet sich da *A. Reineckianus* Q. im Anstehenden. —

Zusammen mit *A. Reineckianus* Q., *Galar* Op. uud *inflatus macrocephalus* Q. findet sich meist eine ganze Menge anderer Ammoniten, ganz besonders von Perisphincten aus der Gruppe der Polyploken (*Ataxioceras* Ft.), dagegen treten die großen Oppelien besonders in der „grünen" Facies deutlich zurück, in der „weißen" mehr hervor, wie im kalkreichen β und δ.

Niemals und an keiner Stelle, wo sich dies nicht unmittelbar aus der Steilheit des Gehänges und darüber anstehenden Ober γ erklärte, habe ich jene Ammoniten von Unter γ zusammen gefunden mit den für Ober-γ charakteristischen Formen von *A. tenuilobatus* Op., *A. dentatus* Rein und mit der *Monotis lacunosae* Q. Eine Mischung tritt also nicht ein, die Leitfossilien behalten ihre Geltung auch im verschwammten Gebiet[1]). Ich möchte also eine paläontologische Zweiteilung des Quenstedtschen γ, wenigstens in diesem Gebiet, für das Richtigste halten. Die Grenze zwischen Ober und Unter γ fiele

1) Diese Angabe bliebe selbst dann bestehen, wenn sich etwa an irgendeiner Stelle infolge sekundärer Aufarbeitung des Meeresgrundes beide zusammen finden sollten, was aber bis jetzt meines Wissens noch nirgends erwiesen ist.

2) Haizmann, Der Weiß Jura γ und δ in Schwaben. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 15. pag. 510—513.

zusammen mit der zwischen der Zone des *A. tenuilobatus* Op. und des *A. Reineckianus* Q. Auf der Karte war es nicht möglich, eine solche Einteilung vorzunehmen, da eine scharfe Grenze, die doch wesentlich petrographisch erkennbar sein müßte, sich nicht findet. Doch wurde Ober γ an mehreren Stellen, wo es von besonderem Interesse zu sein schien, mit Ob. γ bezeichnet. In der Tat finden sich an einer Mehrzahl von Punkten die Fossilien von Ober γ, ja selbst solche, die der oberen Grenzschicht $\gamma\delta$ anzugehören pflegen, scheinbar überlagert von Unter γ mit seinen Leitfossilien; das heißt: Unter γ bedeckt den Kopf einer Erhebung, deren Seiten von jüngerem Ober γ gebildet werden. Auch dieser Umstand mag sehr dazu beigetragen haben, daß an der Geltung der Leitfossilien in unserem Gebiet gezweifelt wurde und daß Ablagerungen für δ gehalten wurden, die, obwohl höher gelegen als Ober γ, sich durch ihren Fossilgehalt nun doch als Unter γ auswiesen. Er findet jedoch seine völlig ausreichende Erklärung in der Unebenheit des Meeresgrundes, infolge deren sich Ober γ in den Senken allerdings tiefer ablagerte, als das ältere Unter γ der Erhebungen, und nun in der Tiefe noch erhalten, auf der Höhe aber abgetragen ist.

Von den für Ober γ angeführten Leitfossilien möchte ich besonders auf *Monotis lacunosae* Q. hinweisen. Ihr Lager am Wasserberg bei Schlat und an der Salmendinger Kapelle ist bekannt, aber noch Haizmann [2]), der ihre Bedeutung als Leitfossil besprach, wußte aus dem ganzen Bereich der Schwäbischen Alb nur 5 Fundstellen anzugeben (alle aus dem mittleren und östlichen Teil). Eine weitere gaben die Brüder Würtenberger [1]) aus der Schwarzbachschlucht bei Buhl an. Sonst fehlte ihr Nachweis bei uns völlig [2]), und Haizmann fand sie denn „für ein gutes Leitfossil bei uns zu selten". In meinem Gebiet kommt sie indes doch nicht gar zu spärlich vor, so daß ihr Lager mit einer eigenen Signatur ausgezeichnet werden konnte. Freilich ist es nirgends, wie am Wasserberg, eine wahre Bank, die sich aus den feinen Schalen zusammensetzt, „ohne eine Spur von Cement", vielmehr liegen die feingestreiften Schalen, die man an ihrem Glanze leicht erkennt, zerstreut teils in weichem Mergel, teils in härteren Bänken, so daß man wohl bei jedem Handstück einige davon zu sehen bekommt, aber nicht leicht etwas Ganzes oder gar mehrere gute zusammen findet. Während man nun bei einer durchlaufenden eigentlichen Bank auch auf weitere Entfernung die geologische Gleichzeitigkeit wohl annehmen kann, läßt sich ein derartig lockeres Vorkommen auch während verschiedener Zeiträume, einmal da, einmal dort häufiger werdend, entstanden denken. Es bleiben die Möglichkeiten, die oben für das Vorkommen von *A. Reineckianus* Q. angeführt wurden, auch hier geltend. — Uebrigens kommt die Muschel nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Lehrer Waidelich in der Umgebung von Ebingen mehrfach vor, so wurde sie von mir im Dorfe Hossingen (unterer Teil) und am Wege Lautlingen—Ochsenberger Hof in Ober-γ gefunden. Bei einer genauen Untersuchung solcher, womöglich nicht verschwammten Lager wird sich zweifellos herausstellen, ob die Muschel innerhalb von Ober γ ein ganz bestimmtes Lager innehält oder ob sie nur für Ober γ überhaupt leitend ist. Wenn das erstere sich nachweisen läßt, so wäre damit ein einzigartig scharfer und deshalb außerordentlich wertvoller Horizont für den Weißen Jura gegeben. Er wäre um so bedeutungsvoller, als die Muschel sich selbst da noch fand, wo man sie nimmer erwarten konnte, in stark verschwammtem Gebiet, im Innern der Schwammbecher und im beinahe dichten Schwammfelsen. Auf jeden Fall aber wird sie stets für Ober γ bezeichnend bleiben.

1) Fr. J. u. L. Würtenberger, Der Weiß Jura im Randen und Klettgau.

2) Eine weitere Notiz fand sich bei Oppel (Paläont. Mitteil. pag. 185. Anm.), die ich auf die Fundstelle Bittenhalde beziehen möchte, wo ich *Monotis lacunosae* zuoberst (Himmlen) nachweisen konnte.

Unmittelbar über der *Monotis* stellen sich die oberen, ammonitenreichen Lager ein, die als Grenzschichten deutlich von dem petrefaktenarmen δ abstechen. Diese Bänke sind als obere Grenze von γ außerordentlich wertvoll, und wenn sie auch nicht überall denselben Reichtum an Fossilien zeigen, so ist doch eine Reihe von Arten hier oben ganz besonders häufig vertreten, so daß ihr Fund auch in vereinzelten Exemplaren für die Bestimmung der Grenze von Wert sein kann. Es sind dies in erster Linie die auch sonst wohl aus den Grenzschichten angegebenen *A. pictus* Schl., *A. dentatus* Rein, diese beiden auch schon tiefer vorkommend, *A. Doublieri* d'Orb., *A. Balderus* Op., *A. trifurcatus* Rein und *A. Fialar* Op., zu denen sich noch die Kragenplanulaten gesellen, die in großer Häufigkeit auftreten und oft geradezu eine Ammonitenbreccie darstellen (*P. inconditus* Ft. und *effrenatus* Ft.). Eben ihretwegen, wie auch wegen des engen Anschlusses dieser Lager an die *Monotis*-Bank möchte ich diese versteinerungsreichen Bänke mit Bestimmtheit noch zu γ ziehen und nicht, wie Engel[1]) seine *Balderus*-Bank, der sie ja zweifellos entsprechen, zu Unter-δ rechnen. Uebrigens ist es mir zweifelhaft[2]), ob sich *A. Balderus* Opp. nicht auch schon tiefer in γ zeigt, doch könnten die mehrfach weiter unten gefundenen Stücke schließlich wohl auch verschleppt sein. Im Hinblick auf dieses Kragenplanulatenlager an der Grenze γδ mag man um so leichter darauf verzichten, ihre Anhäufung in Mittel γ, wie sie z. B. in der Geißlinger Gegend entwickelt ist, als paläontologischen Horizont durch die ganze Alb verfolgen zu wollen. Auf Blatt Tuttlingen 1:50000 sind nach Quenstedts Begleitworten ganz ähnliche Verhältnisse anzutreffen. Als obere Grenze von γ mag man dort ein Lager reich an Kragenplanulaten auffassen, und ganz ebenso wie dort findet man auf dem Stromelsberg an der Grenze ein Lager mit Fucoiden[3]), deren Stengel mit gelbem Mulm erfüllt sind.

Fossilliste von Weiß Jura γ.

Trochocyathus florealis Q.
„ cf. *Delmontanus* Q.
Eugeniacrinus caryophyllatus Schl.
„ *nutans* Gf.
„ *Hoferi* Mstr.
Tetracrinus moniliformi Mstr.
Pentacrinus cingulatus Mstr.
Balanocrinus subteres Mstr.
Antedon aspera Q.
„ *scrubiculata* Münst.
Astropecten spongiosum Q.
Goniaster impressae Q.
Sphaeraster tabulatus Gf.
„ *punctatus* Q.
„ *annulosus* Q.
„ *scutatus* Gf.
Cidaris subhistricoides Q.
„ *filograna* Ag.
„ *coronata* Schl.
„ *proquingua* Münst.
„ *cucumis* Q.
Rhabdocidaris copeoides Ag.
„ *caprimontana* Des.
„ *Orbigniana* Ag.
„ *nobilis* Münst.
Pseudodiadema Lochense Q.
„ *breviceps* Q.
Collyrites carinata Leske
Disaster granulosus Mstr.
Serpeln siehe bei α'
Crania sp.
Rhynchonella lacunosa Schl.

1) Engel, Geogn. Wegweiser. pag. 416.
2) a. a. O. pag. 23.
3) Vgl. Engel, Geogn. Wegweiser. pag. 405. *Fucus Hechingensis* in Ober γ. Hier dürfte es sich wohl eher um ein Lager von Wurmröhren handeln.

Rhynchonella cf. *arolica?* Op.
„ *sparsicosta* Q.
„ *lac.* var. *cupicalcis* Q.
„ *polita* Q.
„ *rariplicata* Q.
„ *subsimilis* Schl.
„ *inconstans* Sow.
„ *rostrata* Sow.
„ *triloboides* Q.
Rhynchonella Moeschi Haas
„ *strioplicata* Q.
„ *strioplanata* Q.
Rhynchonellina striocincta Q.
Terebratula Zieteni d. L.
„ *bicanaculata* Zieten
„ *bisuffarcinata* Schl.
„ cf. *Birmensdorfensis* Moesch
„ *nucleata* Schl.
„ *Rollieri* Haas
„ ? cf. *subsella*
„ *Kurri* Op.
„ *Baltzeri* Haas
Megerlea orbis Q.
„ *gutta* Q.
„ *trisignata* Q.
„ *pectunculus* Schl.
„ *loricata* Schl.
„ *Friesenensis* Schrüfer
Terebratulina substriata Schl.
Zeilleria humeralis Roemer
„ cf. *Moeschi* C. May
Ostrea Roemeri Q.
„ cf. *Thurmanni* Et.
„ *(Alectryonia) rastellaris* Mstr.
Anomia sp. (= *O. Roemeri*-Brut nach Quenstedt)
Hinnites astartinus Grepp.
„ *spondyloideus* Seebach
Spondylus pygmaeus Q.
Plicatula sp.
Ctenostreon proboscideum Boehm
„ *tegulatum* Mstr.
Ctenostreon semielongatum Boehm
„ cf. *semitegulatum* Gep.
Lima Quenstedti Moesch
„ cf. *alternicosta* Buvignier
„ *Moeschi* Sor.
„ sp.
Pecten subpunctatus Mstr.
„ cf. *texturatus* Mstr.
Pecten subtextorius Mstr.
„ *cingulatus* Q.
Astarte sp.
Unicardium sp.
Monotis lacunosae Q.
Arca cf. *reticulata* Q.
„ *subtexata* Et.
„ *subreticulata* E. F.
„ *rhomboidalis* Ctjean
Macrodon aviculoides E. F.
„ sp.
Nucula pectinata Sow.
Mytilus sp.
Perna sp.
Modiola tenuistriata Münst.
Isoarca helvetica Lor.
„ *Lochensis* Q.
„ *transversa* Mstr.
Anisocardia sp.
Isocardia sp.
Pholadomya acuminata Hartm.
Pleurotomaria bijuga Q.
„ *Eudora* d'Orb.
„ *speciosa* Mstr.
„ *jurensis* Zt.
„ *clathrata* Mstr.
„ *Babeauana* d'Orb.
„ *sublineata* Q.
„ *minuta* Sieb.
Turbo valvata alba Q.
„ *viviparoides* Q.
Neritopsis jurensis Roemer
Patella gamma alba Q.
Alaria supraplicata Q.

Cerithium sp.
Spinigera spinosa Mstr.
Eucyclus cf. *sigillatus* Brös.
Emarginula Suevica E. F.
Nautilus franconicus Op.
Phylloceras protortisulcatum Pomp.
Harpoceras arolicum Op.
„ *complanatum*
Oppelia Wenzeli Op.
„ *Gmelini* Op.
„ *picta* Schl.
„ *levipicta*
„ *tenuilobata* Op.
„ *Frotho*
„ *Weinlandi* Op.
„ *litocera* Op.
„ *Pichleri* Op.
„ *tricristata* Op.
„ *flexuosa* v. B.
„ „ var. *costata* Q.
„ *falcata*
„ *crassata* Q.
„ *spoliata*
„ *Strombecki* Op.
„ *nudata* Op.
„ *nudocrassata* Q.
„ cf. *tenuisculpta* Ft.
„ *Nereus* Ft.
„ *trachynota* Op.
„ *Lochensis* Op.
„ cf. *compsa* Op.
„ *lophota* Op.
Ochetoceras Pallysianum Ft.
„ *canaliculatum* v. B.
„ *hispidum* Op.
„ *hispidiforme* Ft.
„ *canaliferum* Op.
„ *Gümbeli* Op.
Distichoceras bidentosum Q.
Oecotraustes dentatus Rein
Haploceras lingulatum Q.
„ *Fialar* Op.
Haploceras nimbatum Op.
„ *nudocrassatum* Q.
„ *falcula* Q.
„ *tenuifalcatum*
„ *modestiforme* Op.
„ *Schmidlini* Moesch
„ *Bruckneri* Op.
Cardioceras alternans v. B.
Cardioceras alternans var. *ovale* Q.
„ „ var. *lineatum* Q.
„ „ var. *transversum* Q.
„ „ cf. *quadratum* Q.
„ *Bauhini* Op.
„ *Ernesti* E. F.
„ *Fraasi* E. F.
Olcostephanus desmonotus Op.
„ cf. *Moeschi* Op.
„ *repastinatus* Moesch
„ *thermarum* Op.
„ *stephanoides* Op.
„ *lepidulus* Opp.
„ *Witteanus* Op.
„ *(coronatus) albus* Q.
„ sp.
Perisphinctes Frischlini Op. = *trifurcatus* Q.
„ *trimerus* Op.
„ cf. *Rolandi* Op.
„ *colubrinus* Rein
„ *Rütimeyeri* Lor.
„ *pseudoplicatilis* v. Siem.
„ *Tiziani* Op.
„ cf. *subdolus* Ft.
„ cf. *nodosus* Ziet.
„ *stenocyclus* Ft.
„ cf. *polygyratus* Rein
„ cf. *Danubiensis* Schlosser
„ *Roubyanus* Ft.
„ *triplex* Q.
„ *Laufenensis* v. Siem.
„ *bifurcatus* Q.
„ *Balderus* Op.
„ *planula* Zt.

Perisphinctes planula var. *laxevoluta* Ft.
„ *Roemeri* C. M.
„ *hospes* Neum.
„ *spongiphilus* Moesch
„ *effrenatus* Ft.
„ *discolobus* Ft.
„ *capillaceus* Ft.
„ *balnearius* Lor.
„ *inconditus* Ft.
„ *subinvolutus* Moesch
„ n. sp. aff. *subinvolutus*
„ *involutus* Q.
„ *hypselocyclus* Ft.
„ *Tieringensis* E. F.
„ *Hossingensis* E. F.
„ sp.
„ cf. *subfascicularis* Ft.
„ cf. *Championetti* Ft.
„ *polyplocus* Rein
„ *Lothari* Op.
„ *striolaris* Q.
„ *virgulatus* Q.
„ *Güntheri* Op.
„ *suevicus* v. Siem.
„ *unicomptus* Ft.
„ *Ernesti* Lor.
„ cf. *capillaceus* Font.
„ *breviceps* Q.
„ *Lictor* Ft.
„ n. sp. v. Siem. (= Q. t. 105 f. 1)
„ *ardesciscus* Ft.
„ *Weinlandi* E. F.
„ *progeron* v. Siem.
„ *gerontoides* v. Siem.
„ n. sp. v. Siem. (*divisus* Q.)
„ *lacertosus* Ft.
„ cf. *Crussoliensis* Ft.
„ *acerrimus* v. Siem.
„ cf. *(Simoceras?) heteroplocus* Gemm.
Sutneria platynota Rein. = *Reineckiana* Q.
„ *Galar* Op.
Sutneria cyclodorsata Moesch
Simoceras Hossingense E. F.
„ cf. *Hodiernae* Gem.
„ cf. *Guilherandense* Ft.
„ aff. *planulacinctus* Q.
„ aff. *Sautieri* Ft.
„ *Doublieri* d'Orb.
„ sp.
Aspidoceras acanthicum Op.
Aspidoceras longispinum Op.
„ *circumspinosum* Op. = *inflatum macrocephalum* Q.
„ *binodum* Q.
„ cf. *cyclotum* Op.
„ *Altenense* d'Orb.
„ cf. *liparum* Op.
„ *semiarmatum* Q.
„ sp.
Waagenia suevica E. F.
Aptychus latus Park.
„ *lamellosus* Park.
Belemnites hastatus Blainv.
Gastrodorus Neuhausense H. v. M.
Prosopon cf. *rostratum* H. v. M.
„ *marginatum* v. M.
„ *grande* v. M.
„ *elongatum* v. M.
„ *Heydeni* v. M.
„ *aequum* v. M.
„ aff. *excisum* v. M.
„ *ornatum* v. M.
„ cf. *obtusum* v. M.
„ cf. *lingulatum* v. M.
„ *sublaeve* v. M.
„ *spinosum* v. M.
„ sp. aff. *spinosum* v. M.
„ cf. *aequilaterum* v. M.
Brachyurenscheren
Sphenodus longidens Ag.
Notidanus Münsteri Ag.
Fischschuppen.

Weiß Jura δ.

Wo die Grenze γ δ durch das oben beschriebene Petrefaktenlager deutlich gekennzeichnet ist, und es ist dies glücklicherweise vielfach der Fall, ist die Kartierung leicht. Dagegen ist es durchaus nicht so einfach, γ und δ nur auf Grund der petrographischen Merkmale zu unterscheiden, namentlich ist Unter δ zunächst noch durch seinen Tongehalt γ ähnlich. Im ganzen kann man indes sagen, daß δ gegenüber γ entschieden kalkiger, versteinerungsärmer, reicher an selbständigen Kieselausscheidungen ist, daß es der Farbe nach mehr grau und braun, gegenüber blau und grün, die freilich auch nicht ganz fehlen, ist, und namentlich daß es sich durch eine deutliche Neigung zu bankiger und selbst plattiger Trennung auszeichnet. Jeder Fundpunkt ist wieder etwas verschieden ausgebildet. Im ganzen tritt über dem tiefsten δ, das meist grau und noch ziemlich tonreich ist, eine, wie es scheint, wenig mächtige Schicht dünnplattiger, schneeweißer bis gelblicher oder auch grauer, rauher Kalkbänkchen auf, in denen sich *A. pictus* und relativ häufig auch *Gastrodus Neuhausense* findet. Darüber scheinen dann meist dichte Felsmassen aufzutreten, deren Bankung zwar noch erkennbar ist, aber nicht so deutlich, wie bei den gewöhnlichen δ-Bänken, und sich mehr in dem etwas stärkeren Verwittern gewisser dünner Lagen zeigt, über denen sich die einzelnen ziemlich mächtigen Lager bauchig vorwölben. Diese Bänke scheinen von einer Art Umkristallisation ergriffen und zeigen beim Zerschlagen der Stücke eine eigentümlich glatte Oberfläche, in vielem den γ-Riffen ähnlich. — An anderen Stellen scheint δ wesentlich durch ungeschichtete Schwammkalke vertreten, wie z. B. am Stromelsberg, oder es scheint unmittelbar mit dichten Bänken einzusetzen, wie z. B. am Schafberg und auf dem Lochenstein. Hier beginnt die grobe Bankung sogar schon in Ober γ, da nur die höchste Platte noch als δ gelten kann. In der nächsttieferen schon fand ich *A. pictus costatus* Q., oben nur noch *A. dentatus*, ein etwas zweifelhaftes Exemplar von *A. Fialar* und Brachiopoden.

Die typischen hellen δ-Bänke scheinen im Gebiet zu fehlen, treten aber unmittelbar an seinem Südrande in Hossingen und am Michelfelde auf und sind weiterhin auf dem Heuberge wohl vertreten. Ihr Leitfossil, *A. pseudomutabilis* Loriol, konnte innerhalb des Blattes nicht gefunden werden. Dagegen habe ich mehrere Exemplare von *Gastrodorus Neuhausense* v. M., dem von Haizmann für Ober δ angegebenen Leitfossil gefunden. Es sind im ganzen 10 Stück. Von ihnen lagen 4 in unzweifelhaftem kalkigen δ, in Unter δ eines, in zweifellos sicherem γ 3 und in nicht ganz sicherem γ, das ich jedoch nach allen Umständen mit großer Bestimmtheit zu γ rechne, 2 Exemplare. γ ist in 2 Fällen durch *A. Galar* Op., einmal im selben Stück, einmal mehrfach in nächster Nähe gekennzeichnet. In dem zweifelhaften γ fanden sich neben den Krebsen mehrfach trimarginate Ammoniten, die im allgemeinen nur noch in γ vorkommen. Ich bin daher gezwungen, *Gastrodorus Neuhausense* v. M. als Leitfossil abzulehnen[1]), ebenso wie dies bei Quenstedts Siphonien und Cnemidien der Fall war. Es zeigt sich, daß noch immer die Ammoniten im Weißen Jura die besten Leitfossilien abgeben, und wenn auch einige von ihnen im Schwammgebiet längere Lebenszeit gehabt zu haben scheinen, als in anderen Gebieten, so gilt dies in noch höherem Grade von Zweischalern, Brachiopoden und Krebsen. Der Grund dafür ist der, daß die Tiere in den wechselvollen Verhältnissen der Riffe offenbar auch dann noch die ihnen günstigen Lebensbedingungen fanden, als sie anderswo verschwinden mußten.

1) Er findet sich auch in Engels Fossilliste γ, Wegweiser pag. 414, angeführt.

Fossilliste für Weiß Jura δ.

Eugeniacrinus caryophyllatus Schl.
Hinnites velatus Gf.
Modiola tenuistriata Mstr.
Pleurotomaria Babeauana d'Orb.
Oppelia flexuosa v. B.
„ *levipicta* Ft.
„ *picta* Q.
„ *Strombecki* Op.
Oecotraustes dentatus Rein
Haploceras lingulatum Q.
„ *Fialar* Op.
Perisphinctes gerontoides v. Siem.
„ cf. *striolaris* Q.
„ sp.
„ cf. *acerrimus* v. Siem.
„ *planula* Zieten
Simoceras Doublieri d'Orb.
Aspidoceras sp.
Belemnites hastatus Blainv.
Rhynchonella lacunosa Schl.
„ *triloboides* Q.
„ *Moeschi* Haas
Rhynchonellina striocincta Q.
Terebratula Zieteni d. L.
„ *Rollieri* Haas
„ *Baltzeri* Haas
„ *nucleata* Schl.
„ *Kurri* Opp.
Megerlea pectunculus Schl.
„ *gutta* Q.
„ *orbis* Q.
„ *loricata* Schl.
Terebratulina substriata Schl.
Gastrodorus Neuhausense v. M.
Prosopon sp.

Die über δ folgenden Sedimente der jurassischen Periode sind in unserem Gebiet nicht mehr vorhanden.

Ehe ich den Jura verlasse und zu den weniger bedeutenden Ueberresten jüngerer Zeiten übergehe, scheint es angezeigt, noch einmal im Zusammenhang diejenigen Verhältnisse zu überblicken, die das Hauptinteresse und die Eigentümlichkeit dieses Gebietes ausmachen,

Die Schwammformation des unteren Weißen Jura.

Im Verfolgen der Ablagerungen des Braunen Jura fanden sich wohl einzelne geringe Unterschiede in verschiedenen Teilen des Gebietes, wie dies in einem relativ flachen Meere wohl immer vorkommt, im ganzen aber war die Ausbildung doch eine recht gleichmäßige, und sie bleibt es auch noch auf weitere Entfernung, plötzlicher Facieswechsel fehlt. So blieb es bis zum Ende der *Transversarius*-Zeit, die Bänke dieser Periode unterlagern, gleichmäßig ausgebildet, Schwamm- und Tonfacies in gleicher Weise. Im oberen Teil von α, zur Zeit, wo sonst in Schwaben die hellen *Impressa*-Tone zu gleichmäßiger mächtiger Ablagerung kamen, treten hier zum erstenmal die Schwämme gesteinsbildend auf. Es muß also gegen früher eine Aenderung in den Lebensbedingungen eingetreten sein, es muß zugleich dies Gebiet den anderen schwäbischen gegenüber günstiger für ihre Ansiedlung gewesen sein. Sind nun Andeutungen dafür erkennbar, welches diese Umstände waren? Unterschiede gegen früher sind uns nicht sicher bekannt. Es fällt allerdings folgendes auf: Während die Mächtigkeit des Braunen Jura von Osten nach Westen zu anschwoll und in der Balinger-Spaichinger Gegend ihr Maximum erreichte, da, wo der Albrand nach Süden zu abbiegt, dann aber wieder abnahm, findet sich im Weißen α das Maximum der Sedimentablagerung in die Mitte der Alb verschoben. Indes wissen wir nicht sicher zu sagen, wie es kam, daß während der *Transversarius*-Zeit nur in der Schweiz und in Baden die Schwämme sich ansiedelten, bei uns die Bänke der Cephalopodenfacies zur Ablagerung kamen. Viel-

leicht waren damals zwischen jenen Gegenden und unserem Lochengebiet ganz ähnliche Unterschiede in den Lebensbedingungen vorhanden, wie später, zur *Impressa*-Zeit, zwischen diesem und den übrigen Gegenden am Rande der Schwäbischen Alb. Wenn wir nun solche Unterschiede finden, die beidemal gleichartig zwischen den verschwammten und nichtverschwammten Ablagerungen desselben Alters bestehen, ohne doch selbst durch die Schwammbildung bedingt zu sein, so werden wir am ehesten glauben können,

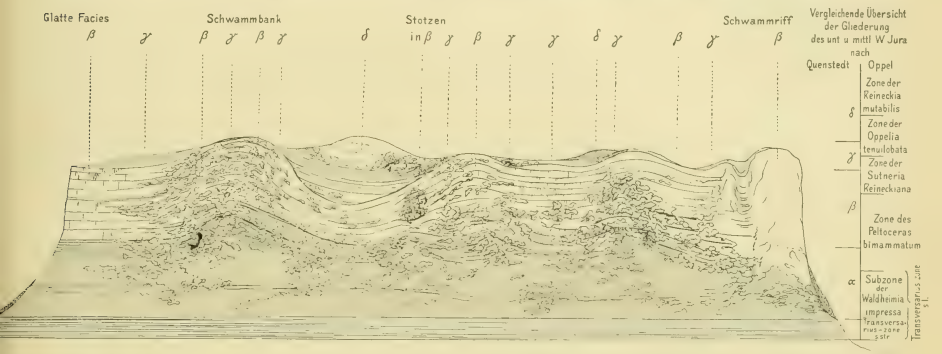


Fig. 1. Schematisches Profil der Weiß Jura-Ablagerungen des Lochengebiets.

in ihnen den Grund gefunden zu haben, der die Ansiedlung der Schwämme ermöglichte oder verhinderte. Es mögen diese Unterschiede vielleicht nicht die einzigen gewesen sein, die in Betracht kamen, aber es ist doch auffällig, daß in beiden Fällen sich eine merkwürdig geringe Mächtigkeit der Schwammablagerungen gegenüber den nichtverschwammten findet. Die Birmensdorfer Schichten haben auf Blatt Blumberg und Geisingen der badischen Landesaufnahme eine Mächtigkeit von 2 m, die sonstigen Angaben sind wechselnd, bleiben aber doch meist beträchtlich unter dem Ausmaß der *Transversarius*-Bänke bei uns, die rund 10 m messen. Das gesamte Weiß α hat im Lochengebiet eine Mächtigkeit von rund 40—45 m, im übrigen Schwaben[1]) bis zur Aalener Gegend hin eine beträchtlich größere, und wenn auch die einzelnen Angaben verschieden sind, so bleiben die Werte doch überall höher als gerade hier. Dies Mißverhältnis wird noch größer, wenn man überall den Betrag der *Transversarius*-Zone abzieht, und ist um so erstaunlicher, als doch im Schwammgebiet eine intensive Verstärkung der Ablagerungen infolge der reichlichen Ueberreste des organischen Lebens eintreten sollte.

Starke Zufuhr klastischen Materials muß den Kolonien bildenden Tieren sicherlich hinderlich sein, vielleicht finden wir in der relativ geringen Zufuhr bzw. dem geringfügigen Absatz den Grund für die Ansiedlung der Schwämme gerade hier. Wenn sonstwo, z. B. in der Wutachgegend und an der Wanne bei Pfullingen die Schwämme im allerobersten α über den mächtigen Tonkomplexen sich ein-

1) Göppinger Alb 80—90 m
Reutlinger Alb ca. 100 „
Neuffen über 100 „
Katholische Halde 60 „ ?

stellen, so spricht auch dies nicht gegen die genannte Vermutung. Erst dann konnten sie sich dort niederlassen, als die Tonzufuhr allmählich nachließ. Dasselbe gilt vielleicht auch von den Schwammkolonien, die in Ober γ über den Tonlagern die Herrschaft gewinnen. QUENSTEDT[1]) behauptet zwar, daß die Kolonien tonige Ablagerungen liebten. Indes ist es dann doch seltsam, daß sie gerade die tonreichsten Gefilde mieden und sich mit denen geringerer Tonzufuhr begnügten, daß das in den Birmensdorfer Schichten so reich entwickelte Leben der Kolonien sich nicht auch in die darüber gelagerten Tonmassen fortsetzt. Es erscheint mir also als sehr wahrscheinlich, daß gerade der geringe Tonabsatz für die Ansiedlung und das Wachstum der Schwammkolonien in Weiß Jura α bedeutungsvoll war, damit ist jedoch die Mitwirkung anderer Umstände, die zum Teil wohl damit zusammenhingen, wie Meerestiefe, Strömungen usw., im günstigen und im ungünstigen Sinn nicht ausgeschlossen.

Mit Beginn der Schwammkolonienbildung trat zu der rein klastisch-sedimentären Ablagerung, die ihr Hauptmaterial von außen her bekam, ein zweiter Faktor wesentlich mitwirkend hinzu, die Ablagerung der autigen massenhaft gebildeten Organismenreste. Der Widerstreit beider Sedimentationsfaktoren zeigt sich in ihren Bildungen. Nur selten überwog das organische Wachstum derart, daß schon im α eigentliche Riffe entstanden, dichtverwachsene Kalkmassen, an denen man oft nur noch auf den Bruchflächen die Ringe der Schwämme erkennt und aus denen die Fossilien kaum mehr herauswittern. Sehr deutlich entwickelt ist ein solches „Riff" am Rappenstein, es zeigt etwa 15 m unter der αβ-Grenze schon ein Gestein, das von dem im β darüber folgenden nicht zu unterscheiden ist, während rechts und links noch reichlich Sedimente vom deutlichen α-Charakter abgesetzt wurden. Aehnlich ist es unterm Wenzelstein, und auch beim Lochenstein möchte ich die tiefsten sichtbaren Teile des Felsens, obwohl teilweise schon im Niveau von β, dem Alter nach noch zu α ziehen. Weit überwiegt die Zone des Vorriffs, das Gebiet, wo organische und mechanische Sedimente sich mischen. Es ist weit in die Fläche ausgedehnt und überzieht am Ende von α fast das ganze Gebiet. Es legt sich also durchaus nicht mit Notwendigkeit an ein eigentliches Riff an, sondern kann auch selbständig auftreten. Es entspricht den mehrfach als „Lochenschichten" ausgeschiedenen Schwammschichten z. B. auf Blatt Geisingen und Blumberg der badischen geologischen Landesaufnahme. Die Mächtigkeit dieser Schichten ist stark wechselnd, teils infolge des ungleichzeitigen Auftretens der Schwämme an verschiedenen Punkten, teils auch infolge ihres mehr oder weniger raschen Wachstums. Der Einfluß der mechanisch zugeführten Massen, der sonst in Ober α im Wechsel von Ton- und Kalkbänken sich ausprägt, ist zum Teil auch noch in den Schwammschichten des Vorriffs erkennbar, verschwindet aber auch hier schon an einigen Stellen völlig.

Die Schwämme vermochten in der Tat wohl wesentlich mit zum Aufbau der Gesteinsmassen beizutragen. An mehreren Stellen von Ober α habe ich in Aufschlüssen auf 20 cm Gestein 20—25 Lagen der je 7—8 mm starken Plattschwämme gezählt, zwischen denen nur ganz dünne Tonlagen waren. An anderen Stellen treten mehr die Begleiter der Schwämme in den Vordergrund, die ganze reiche spongiphile Tierwelt, die sich überall mit ihnen vergesellschaftet, unzählige Echinodermen, Serpeln, Bryozoen, Brachiopoden, Muscheln, Schnecken, Ammoniten und Krebse. Ihre Reste sind nicht nur oft wohlerhalten in reichlicher Menge anzutreffen, noch viel mehr davon sind zweifellos vernichtet, zerbrochen und zerrieben worden, ein Vorgang, der ja auch bei den rezenten Korallenriffen eine so bedeutende

1) Begleitworte zu Blatt Tuttlingen. pag. 23.

Rolle spielt. Viele von diesen Bruchstücken nehmen auch kalkumkrustet als Pseudooolithe[1]) an den Ablagerungen teil, kalkumhüllte Foraminiferen sind speziell vom Lochengründle beschrieben worden[2]). Kurz, das Leben in diesen Schwammbildungen mag wohl sehr dem auf einem unserer heutigen Korallenriffe geglichen haben. So leicht es sich indessen begreifen läßt, daß die kalkabsondernden Korallen mächtige Riffe aufbauen, so ist dies bei den meist mit Kieselskelett versehenen Schwämmen doch nicht so ganz leicht begreiflich. Herrn Professor von Kokens Vorlesungen danke ich eine Beobachtung, die geeignet scheint, hier weiter zu helfen. Man findet häufig, ja fast regelmäßig die Schwämme der Lochenschichten ganz bedeckt mit allerlei Lebewesen; Serpeln haben sich in großer Menge angesiedelt, Bryozoen, kleine Zweischaler, Kranienschälchen überziehen das ganze Gebilde. Auf dem bloßen Kieselskelett hätten sich diese wohl kaum ansiedeln können. Es muß also schon am Meeresgrunde, bald nach dem Tode des Tieres das Skelett mit Schlamm erfüllt gewesen sein, Kalk mag sich schon während der Zersetzung des Körpers niedergeschlagen haben[3]). So konnte eine Ansiedlung jener Tiere leicht erfolgen und die Ablagerung rasch vor sich gehen. Es fällt auch auf, wie wenig plattgedrückt die Schwämme vielfach sind, sie vermochten schon bald dem Druck einen kräftigen Widerstand entgegenzusetzen. — So wuchsen die Schwämme bis zum Beginn der *Bimammatus*-Zeit empor, damals vielleicht ihre größte Ausdehnung erreichend. Das Relief und die Ausbildung des Meeresbodens muß um jene Zeit außerordentlich wechselnd gewesen sein. Zwischen den Erhebungen der eigentlichen Riffe und den je nach der Gunst der Umstände mehr oder weniger sich erhebenden Bänken der Vorriffzone breiteten sich die wenigen Ablagerungen reinen Tonschlammes aus. Vgl. die Karte mit dem Rekonstruktionsversuch.

Im unteren Teil der Ablagerungen aus der Zeit des *A. bimammatus* Q. finden sich an mehreren Stellen mächtige Lager grusiger, toniger, zum Teil pseudooolithischer Gesteine. Da sie mit den Schwammbildungen in engster Beziehung stehen, sonst aber fehlen, müssen sie wohl genetisch mit ihnen verknüpft sein. Es mögen damals zum Teil die alten Erhebungen angegriffen worden sein, völlig eingeebnet wurden sie nicht, denn diese Bänke überdecken sie häufig in schiefer Lagerung. Dagegen dürften die um jene Zeit entstehenden Schwammbildungen, ebenfalls vielfach zerstört, das Material zu jenen Bänken geliefert haben. Sonst könnten sie sich nicht auch noch so hoch über die alten Erhebungen aufbauen. Als Grund dieser Grusbildung kann ich mich nicht mit der Tätigkeit der Organismen begnügen, der Fische und Krebse, die an den rezenten Korallenriffen das Geschäft der Muschelsandbildung übernehmen. Dazu bietet auch der ästige Bau der Kalkkorallen ungleich mehr Gelegenheit, als derjenige der Schwämme. Ich glaube vielmehr, eine gewisse, nicht allzustarke, vielleicht auch nur wiederholt eingreifende Wasserbewegung mit dafür verantwortlich machen zu dürfen. Darauf deutet ja wohl auch der Umstand hin, daß in diesen Schichten und auch sonst im β recht häufig die mächtigen Tellerschwämme (*Tremadictyon rugatum* und *reticulatum*) umgedreht im Gestein liegen, so daß man sie an den Steilwänden oft wie große Schirme über sich hängen sieht. Welche Kraft sollte sie in diese Lage gebracht haben, wenn nicht die des bewegten Wassers, der Wellen oder doch von Strömungen? Dabei sind sie völlig unverletzt, die Bewegung kann also, wenigstens zu der Zeit, da eben sie abgelagert wurden, nicht sehr heftig gewesen sein. Darauf weist ja auch die Erhaltung der alten Erhebungen

1) Cf. Walther, Lithogenesis der Gegenwart. pag. 914.

2) Württemb. Jahreshefte. 1895. pag. 157.

3) Vgl. Steinmann, Ueber Schalen- und Kalksteinbildung. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. 4. 1889. Heft 5. pag. 288—293. Vgl. ferner, was F. Philippi, N. Jahrb. Festband 1907. pag. 436 usw. über „Riffkalk“ und den Zusammenhang zwischen der Bewegung des Wassers und der Kalkbildung berichtet.

hin. Demnach dürfte das Meer auch nicht sehr tief gewesen sein, und wenn schon im Schwarzen und Braunen Jura die ganze über Schwaben verbreitete See sicher nicht sehr tief war, so gilt dies nun offenbar auch hier. Bei Schwämmen läßt sich freilich nicht, wie bei den Riffkorallen, eine Tiefenzone für ihre Existenz aufstellen, doch findet ja „die Mehrzahl der festsitzenden Tiere" und so wohl auch die Schwämme[1]) „den zu ihrem Gedeihen nötigen Boden am besten in der Flachsee". Auch gibt ja z. B. O. Jäckel[2]) die Wasserbewegung als Grund der eigentümlichen Ausgestaltung einzelner Tierformen dieser Fauna, wie z. B. des *Eugeniacrinus nutans*, der Eugeniacrinen überhaupt, an. Im Verein mit den zu Beginn des Abschnittes über den Weißen Jura angeführten Umständen ließe dies auf ein zwar seichtes, aber doch weit ausgedehntes, inselleeres Meer schließen. Da die Kraft der Wellen in der Regel nur bis zu sehr geringer Tiefe hinabreicht[3]), so kämen als absolutes Maximum etwa 200 m in Betracht, wahrscheinlicher wären geringere Tiefen von etwa 100 m. Strömungen[4]) dagegen vermögen, namentlich in einem unregelmäßigen Gebiet, noch viel tiefer hinab Kraft zu entfalten und könnten wohl z. B. an der Offenhaltung einzelner tieferer Rinnen mitgewirkt haben. Doch scheint mir die geringe Sortierung und Ausschlämmung des Materials dieser Unter β-Bänke eher auf kurze katastrophale als auf langandauernd gleichmäßige Bedingungen für ihre Bildung hinzudeuten. — Da nun aber erst ganz zu Ende der Weiß-Jura-Zeit (im ε oder ζ) Land bei uns sich über den Meeresspiegel erhob, nach Ablagerung von 2—300 m weiteren Gesteins, so muß sich während oder vielleicht im Anfang des zwischenliegenden Zeitraums das Meeresbecken noch vertieft haben.

Ich stehe mit dem Gesagten im Gegensatz zu Eberhard Fraas[5]), der aus den hexactinelliden Schwämmen von Weiß Jura α, β und γ auf „eine ausgesprochene Tiefseefacies" schließt. In der „Mittleren Schwammfacies" Weiß Jura δ tritt dann bereits geringere Meerestiefe ein (Auftreten der Lithistiden und einzelner Kalkschwämme) und leitet den Rückzug des Meeres ein, der sich dann in der oberen Abteilung vollzieht (Herrschaft der Kalkschwämme, Auftreten der Korallen) und mit der Trockenlegung des ehemaligen Meeresgebiets sein Ende findet.

Sehen wir ab von dem großen Kalkgehalt von α und namentlich β, der die Zurechnung gerade dieser Schichten zu einer ausgesprochenen Tiefsee immerhin befremdlich erscheinen läßt, so ist doch auch der Schluß von der Lebensweise der heutigen Meeresbewohner auf diejenige ihrer so weit entfernten Vorfahren immer nur mit großer Vorsicht zu ziehen, ganz besonders wenn es sich dabei um Tiefseeformen handelt, die ja häufig als Rückzügler und letzte Relikten eines einst blühenden Stammes betrachtet werden[6]). Es gibt aber auch eine ganze Reihe von Tatsachen, die recht deutlich gegen diese Annahme von Fraas sprechen. Zunächst ist der Unterschied schon zwischen den Schwammfaunen des Oberen und des Unteren Weißen Jura durchaus nicht so strikt, wie man früher glaubte. Kalkschwämme treten schon von α ab nicht allzuselten auf und ich brauche hierbei nur an das bekannte „Lochenäpfelchen" *Myrmecium hemisphaericum* Gf., zu erinnern. Die Cnemidien, die bisher als Leitformen für δ galten, kommen schon auf der Grenze β γ vor und werden sich, wie manche anderen Schwammformen

1) J. Walther, Bionomie des Meeres. pag. 14.

2) O. Jäckel, Ueber Holopocriniden etc. 1891. — Ueber die Körperform der Holopocriniden. N. Jahrb. Festband 1907. pag. 272.

3) Vgl. Kayser, Lehrb. d. Geol. Bd. 1. pag. 481 ff. — J. Walther, Lithogenesis der Gegenwart. pag. 585.

4) K. Andrée, Ueber stetige und unterbrochene Meeressedimentation etc. N. Jahrb. f. Min. Bd. 25. 1908.

5) Württemb. Jahreshefte. 1897. pag. VIII; s. auch M. Neumayr, Die geographische Verbreitung der Juraformation. Wien 1885. pag. 68; Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Kl. Bd. 50.

6) Vgl. Koken, Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte. pag. 545.

der oberen Stufe, vielleicht noch tiefer hinab verfolgen lassen. Andererseits hat Kolb noch im Weißen Jura ζ von Nattheim die Reste von Hexactinelliden nachweisen können. Die ganze übrige Fauna weist nicht nur in ihrem Gesamthabitus auf relativ seichtes Wasser hin, sondern zeigt auch die engsten Beziehungen zu der Fauna der Birmensdorffer Schichten mit ihrem reichlichen Glaukonitgehalt. Auch die Beziehungen zur Fauna von ε dürften namentlich für γ bis jetzt unterschätzt worden sein und sich bei genauerer Bearbeitung z. B. der Zweischaler wesentlich größer zeigen. Endlich habe ich Bohrmuschellöcher auf der βγ-Grenze gefunden und Glaukonit in Unter β[1]) und namentlich in der Grenzschicht βγ, auch sonst im Unter γ weitverbreitet nachweisen können.

Es dürfte damit die geringere Tiefe wahrscheinlich gemacht und damit auch meine Annahme einer Mitwirkung des bewegten Wassers, sei es der Wellen oder der Strömungen, näher gerückt sein.

Neben diesen Absätzen der Zerstörung und zum Teil selbst in Wechsellagerung mit ihnen, zum Teil in sie übergehend, vielfach auch sie überlagernd, finden sich helle Kalke ähnlich den sonst in dieser Stufe herrschenden Bänken und offenbar gleicher Herkunft mit ihnen. Es fällt nun auf, daß sie sich vielfach gerade an denselben Punkten einstellen, wo schon im α die glatte Facies sich erhalten hatte, und ich kann vorwegnehmend sagen, daß auch γ darüber meist verhältnismäßig normal glatt entwickelt ist. Die Frage, woher dies kommt, drängt sich auf und wir können vermuten, daß Strömungen auch hierbei mitgewirkt haben mögen. — Schon Engel ist es aufgefallen, daß solche Stellen sich mit besonderer Vorliebe am Ende oder doch im hinteren Teile der Täler befinden, die ins Massiv eindringen, und er macht das leichtere Verwittern und namentlich Zerfrieren der glatten Bänke dafür und für die Talbildung verantwortlich. Ich möchte dies nun durchaus nicht leugnen, möchte aber noch folgendes hervorheben. Am Ende der Täler pflegt sich eine Quelle zu befinden, die, wenn ihr auch das Tal seine ganze Entstehung nicht zu verdanken braucht, doch an seiner Ausgestaltung, speziell an der des obersten Abschnittes, großen Anteil hat. Da nun der Wasserhorizont α β, das heißt die Stauung der versinkenden Gewässer auf der Oberfläche des tonigen α in der glatten wie in der verschwammten Facies eintritt, die Oberfläche von α aber meist nach den Punkten glatter Facies hin sich senkt, so müssen auch die Gewässer dort sich sammeln, und in der Tat finden sich weitaus die meisten Quellen in solchen uralt sedimentär angelegten Synklinalen. Ich nenne die Quellen im Tobel, im Untereck und den Hakenbrunn.

Neben den Ablagerungen des fremden Gesteinsmaterials, die wir am meisten in den weißen Bänken vertreten finden, wuchsen auch die Riffe weiter. Man mag wohl zweierlei Formen derselben unterscheiden, obwohl beide nach demselben Prinzip aufgebaut sind, und wohl auch Mischformen[2]) existieren mögen, das Schwammriff im engeren Sinn und die Schwammbank. Das eigentliche Riff, dessen Vertreter wir im Wenzelstein, Lochenstein und am Rappenstein vor uns haben, durchsetzt auf verhältnismäßig geringer Grundfläche in die Höhe wachsend die horizontal gelagerten Bänke und scheint sie kaum zu stören. Nur in seinem Innern, soweit dies die dichte Verkittung des Felsens erlaubt, erkennt man steilansteigende Schichtfugen, seine einzelnen Entwicklungsphasen anzeigend, die Grenzen der spitzen Hohlkegel, aus denen es sich aufbaut. Fast immer scheint es schon im α vorgebildet und reicht durch β hindurch. Aehnliche, aber kleinere und weniger wichtige Bildungen sind

1) Schon Quenstedt, Begleitworte, pag. 36 spricht von den „grünen Punkten".

2) Als solchen Mischtypus möchte ich z. B. den Böllatfels bei Burgfelden betrachten: Während die Anlagerung und schiefe Schichtung peripher schon von weitem erkennbar ist (2. Typ) erscheint, der Kern des Felsens als selbständige, dicht verkittete Masse (1. Typ). Riff und Vorriff kommen hier einmal zusammen vor.

die eigentlichen Schwammstotzen, dicht verkittete Kolonien, die oft mitten im glatten und halbglatten β auftretend, es doch zu keiner länger dauernden selbständigen Entwicklung gebracht haben und wieder vom Sediment umgeben und bedeckt wurden. Vielfach kann man bei ihnen auch feststellen, daß sie sich, ähnlich wie dies von Korallenbauten berichtet[1]) wird, durch den Druck ihrer Masse in das unterliegende, noch nicht völlig verfestigte Sediment eingesenkt haben. Namentlich sieht man z. B. an der α β-Grenze häufig die weicheren, tonreicheren Schichten unter den Klötzen sich auskeilen. — Rutschflächen sind besonders da, wo toniges Schmiermittel vorhanden war, innerhalb der Masse recht häufig. Schon während der Diagenese und später bei jeder tektonischen Bewegung mußten sich in diesen so heterogen zusammengesetzten Massen Verschiebungen einzelner Teile auslösen.

Diese Riffe werden nun von der Erosion als dichte verkittete Massen herauspräpariert und ragen wie gewaltige Monolithen durch die verschiedenen Schichten. Sie entsprechen am ehesten dem Bilde vom schwäbischen Schwammriff, das sich, nach E. Fraas, in den Lehrbüchern[2]) findet. Aber sie sind doch nur der eine Typus. An Bedeutung kommt ihnen der andere mindestens gleich, der der Schwammbänke[3]). Auch diese sind meistens schon im α angelegt und erheben sich über dessen Erhebungen. Nicht als spitze Kegel, sondern als breite Kappen legen sich ihre einzelnen Schichten übereinander und lassen noch wohl die starke Bankung erkennen, das Zeugnis der wechselnden Zeiten und Ablagerungsbedingungen, unter denen sie sich gebildet haben. In breitgeschwungenem Bogen erkennt man ihre Linien an den Rutschen, und es erscheint erstaunlich, wie gleichmäßig sich oft eine Schicht in der Mitte und auf den Seiten abgelagert hat. Bisweilen macht es sogar den Eindruck, als ob die Höhen bevorzugt wären, und die Mächtigkeit einer Schicht dort diejenige in der Tiefe überträfe. Auch mag dies wohl dadurch gekommen sein, daß auf den Höhen sich das Wachstum für die Schwämme günstiger gestaltete, als in der Tiefe, oder dort, wie schon oben angedeutet, die Ablagerung durch Strömungen erschwert war. Jedenfalls überragten auch die Bänke mit ihren breiten Rücken wie die Riffe das gewöhnliche Niveau des Meeresgrundes und erzeugten ein bewegtes Relief. Ihre Schichten sind aus Schwämmen und Schwammfossilien, Trümmern und Pseudooolithen und aus weißer feiner Grundmasse wechselnd zusammengesetzt. Noch in ihren höheren Lagen findet man zuweilen tonreiche Lager in ihnen, was vielleicht auf eine Störung und Aufschwemmung bereits gebildeten Sediments zurückzuführen ist, wobei sich der Ton dann sammelte und eine Art Entmischung eintrat. — Die alten Schwammbänke sind heute vielfach an den entblößten Wänden an der geneigten Schichtenlage zu erkennen, die Nordwand der Lochen, das Lochenhörnle, selbst das schönste Beispiel einer solchen, von zwei Seiten angegriffenen Bank, die Ostwand des Lochenmassivs mit ihrer Rutsche, der Winkel und die Südwand des Tobels, sind offenkundige Beispiele für diesen Typus. Andere werden wohl sicher noch im Innern des Massivs versteckt liegen und zeigen sich erst nur in der auffallend hohen Lage des unteren γ auf den Erhebungen der Hochfläche.

Eine eigentümliche Form der Erosion darf hier nicht vergessen werden. Fast überall da, wo solche alten Erhebungen von der Erosion angeschnitten werden, zeigt sich eine flache Einmuldung der Wand des Steilabsturzes. Sie ist auf der Karte wie in der Natur leicht kenntlich, z. B. an der Tobelsüdwand, ähnlich gut an der Laufener Rutsche, doch auch an den anderen oben angeführten Beispielen.

1) J. Walther, Lithogenesis der Gegenwart. pag. 899.

2) Kayser, Formationskunde. pag. 421.

3) Vgl. K. Martin, Bemerkungen über sogenannte Korallenkalke oder Karang. Centralbl. f. Min. 1911. pag. 283. Vgl. Suess, Antlitz der Erde. Bd. 2. pag. 340. — R. v. Drasche, Luzon. pag. 572.

Sie beruht darauf, daß die verhältnismäßig rasch verwitternden tonigen Schichten von α gerade hier eine größere Mächtigkeit besitzen, als an den anderen Teilen der Wand. Das Zurückweichen der Wände geschieht nun wesentlich durch das Verwittern von α und Herabbrechen der Bänke von β. Dies ist aber gerade hier in besonders hohem Maße der Fall aus folgendem Grunde. Die Verwitterung von α wird hintangehalten durch die deckenden Schuttmassen von β-Material, diese Schuttmassen werden entfernt durch Abrutschen, indem ihr Druck das tonige, wasserdurchtränkte Braun ζ in Bewegung setzt. Wo nun die Halde höher, die Masse größer ist, da ist auch der Druck auf ζ beträchtlicher, und der ganze Vorgang wird sich rascher abspielen.

Schon wiederholt wurde die schiefe Lagerung der Schichten genannt. Diese primäre Neigung derselben von dem Kern der Erhebung weg ist mit ein Charakteristikum dieser Schwammbildungen [1]). Bei den Riffen im engeren Sinn ist diese Neigung freilich kaum je zu messen, auch handelt es sich dabei ja meist nicht um eigentliche Schichten, sondern um unregelmäßigere Lagen des Sediments. An den großen Schwammbänken wurden mehrfach Neigungen von echten Schichten gemessen, die Winkel zwischen 10 und 20° ergaben. Sie erheben sich indes auch noch darüber und stiegen an einer Stelle, am Südende des Tobels, bis auf 42°, wobei eine tektonische Störung, an die man wohl zunächst denken möchte, nicht in Frage zu kommen scheint.

Um die Mitte von β hatten die Unregelmäßigkeiten im Relief des Meeresgrundes ihren höchsten Stand erreicht. Es wurden nun die hauptsächlichsten Tiefen ausgefüllt, und diese ausfüllenden Schichten, die, in der Tiefe mächtig, nach den Rändern hin ausdünnen, zeigen deutlich die ursprüngliche Bildung der Erhebungen und Vertiefungen an und sind, wie schon die verschiedene Mächtigkeit von α, ein zweifelloser Beweis gegen jede Annahme einer späteren, tektonischen Entstehung der Schichtbiegungen. Solche Ausfüllungen lassen sich z. B. an der Südwand des Tobels, am Winkel auf der Nordseite und auf der Nordseite des Lochenhörnles wohl erkennen. Die Ausfüllungsmasse ist etwas verschieden, doch ist es überall nicht grobklastisches Material, wie man etwa erwarten könnte, sondern feine und zum Teil ziemlich tonreiche Schichten setzen sie zusammen. Ueber ihnen folgt dann noch eine mächtige Kalkbank. Aber auch in dieser Zeit wurden nicht alle Vertiefungen ausgefüllt und die hauptsächlichen Erhebungen steigen zu Beginn von γ noch immer über das Durchschnittsniveau des Meeresbodens empor.

Die nun folgende Aenderung der Materialzufuhr von vorwiegend kalkiger zu toniger Beschaffenheit kommt in der grünen Ausbildung der Ablagerungen deutlich zum Ausdruck. Nicht so in der „weißen" Facies. Diese führe ich auf die emporragenden Erhebungen von β zurück, die in ihren höchsten Spitzen angegriffen wurden und das Material zu jenen kalkreichen Bildungen lieferten. Da die β-Gesteine selbst feinklastisch und wohl wie die Schichten auf dem Boden unserer Meere noch nicht stark verfestigt waren, so konnte eine solche Umlagerung um so leichter geschehen. Man findet in der Tat γ vielfach besonders kalkreich da, wo es auf den Höhen alter β-Erhebungen lagert. Wir haben also zu Beginn von γ einen ganz ähnlichen Vorgang zu konstatieren, wie zu Beginn von β. Ich möchte aber damit nicht gesagt haben, daß diese beiden Uebergangszeiten als Perioden ganz besonders lebhafter Umlagerung in den Sedimenten zu betrachten wären. Es ist dies zwar möglich, aber nicht notwendig anzunehmen. Die Umlagerungen können auch nur darum hier besonders deutlich erkennbar sein, weil ein deutlicher Umschlag in der Zufuhr der fremden Sedimentmassen diese leicht von den autigenen unterscheiden läßt. In der Tat konnte ich ähnliche Umlagerungen ja auch sonst und z. B. an mehr als

1) Siehe Anm. 3 vorige Seite.

einer Stelle in Ober β konstatieren, wo petrographisch ganz ähnliche Bildungen wie zu Beginn von γ entstanden, aber weit weniger auffielen. Es scheint hier auch der Hinweis auf den Korallenschlamm[1]) der rezenten Korallenriffe wohl am Platze.

Aus der Mischung autigener und allothigener Sedimentmassen, wie aus dem Verhältnis ihrer Ablagerung zu den Erhebungen von β könnte man versuchen, die Meeresströmungen jener Zeit zu rekonstruieren. Denn sie mußten gerade bei der Verteilung der Sedimente von der allergrößten Bedeutung sein. Wirklich wollte ich eine Zeitlang diesen Versuch wagen und glaubte schon eine ziemlich allgemeine Anordnung derart annehmen zu dürfen, daß das fremde Material, von Norden und Nordosten herangeführt, sich auf dieser Seite der Erhebungen am reinsten ansammelte, auf der anderen Seite dagegen vorwiegend gemischtes und selbst ganz helles zur Ablagerung käme. Einige Ausnahmen ließen sich mit einer Beeinflussung der Strömungen durch die Riffe und ein Umbiegen um dieselben wohl erklären. Doch war ein solcher Rekonstruktionsversuch doch wohl allzukühn, und namentlich der Umstand ließ mich darauf verzichten, daß zuweilen die βγ-Gruppe nicht absolut sicher, ein Durchragen von β an manchen Stellen möglich und so die ungefähre Gleichzeitigkeit der Ablagerungen, die zu einem solchen Versuch unbedingt nötig ist, illusorisch wäre. Auch wäre die Gefahr allzugroßer Subjektivität in der Abschätzung der einzelnen Faktoren, z. B. in den Ausnahmefällen, und bei der Rekonstruktion der schon der Erosion zum Opfer gefallenen Riff- und Sedimentbildungen doch wohl zu groß gewesen.

Fig. 2. Versuch der Rekonstruktion des Meeresgrundes zur Zeit der Grenzschichten Weiß Jura α/β und β/γ.

1) Joh. Walther, Einleitung. pag. 929.

In dem obenstehenden Kärtchen wurde der Versuch gemacht, wenigstens das Relief des Meeresbodens zur Zeit der α/β- und der β/γ-Grenze festzustellten. Geht man von der Grenze des Braunen und Weißen Jura als einer horizontalen Fläche aus, so wäre für α eine durchschnittliche Mächtigkeit von 40, für α+β eine solche von 85 m anzunehmen. Die eingeschriebenen Zahlen zeigen nun den Wechsel der Mächtigkeit, die sie umschließenden Linien deuten ungefähr die Umrisse der Erhebungen über den Grund an.

Dennoch bleibt die Möglichkeit bestehen, daß sich dereinst noch auf größerem, genau bekanntem Gebiet eine Regelmäßigkeit finden läßt, die uns eine Grundlage gäbe zu genauerer Kenntnis auch der Strömungen in jenen vorzeitlichen Meeren —.

Auf der Hochfläche südlich der Lochen, auf den Hossinger Feldern zeigen sich die Schwämme in vollster Entfaltung. Das ganze Gestein ist vielfach von ihnen und ihren Bruchstücken zusammengesetzt. Kaum ein Stein, der nicht die Spuren organischer Bildung zeigte. An anderen Stellen sind die Schwammassen so dicht verkittet, daß kaum noch Spuren von Versteinerungen kenntlich sind. Das Ganze stellt einen völlig dichten Felsen dar. Es ist wohl denkbar, daß schon gleichzeitig, also noch während oder kurz nach dem Absatz dieser Schichten diagenetische Vorgänge im Gestein eintraten, die seine Verkittung und Umwandlung veranlaßten, ähnlich wie dies bei den rezenten Korallenriffen beobachtet wurde. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß solche Umwandlungen sehr viel später erst oder noch einmal eintreten unter dem Einfluß von Lösungen, die, vielleicht von Spalten ausgehend, im Gestein zirkulierten. Daß etwas Aehnliches eintreten konnte, das scheint mir die eigentümliche Rotfärbung zu beweisen, die schon von Quenstedt[1]) und Engel[2]) an einigen Stellen erwähnt, sich in ziemlich weiter Verbreitung und in fast allen Schichtgliedern des Weißen Jura findet. Leider ist es mir nicht möglich, zur Klärung oder Lösung dieser Frage beizutragen. Die Erscheinung ist eine weiter verbreitete, und ihre Bearbeitung hätte mich zu weit von meinem Thema abgelenkt. Leider ist uns jedoch über alle derartigen petrographisch-chemischen Vorgänge im Weißen Jura noch sehr wenig bekannt, und nur aus der Erhaltung der Versteinerungen, z. B. der Schwämme, läßt sich der Schluß ziehen, daß mannigfache und zum Teil wohl recht komplizierte chemische Vorgänge von der ersten Entstehung der Gesteine an bis zur Gegenwart sich in ihnen abgespielt haben. — Als Lösungsrückstände dürften die dunklen Tonreste zu deuten sein, die sich z. B. an Ammoniten und anderen Versteinerungen vielfach finden. Besonders da, wo diese schon ursprünglich zerbrochen waren, scheinen die chemischen Vorgänge angesetzt zu haben, während die intakte Schale oder vielleicht schon ihr Abdruck einen gewissen Widerstand bot.

Ober γ unp δ findet sich mehrfach angelagert an die von Unter γ bedeckten Erhebungen, deren Kern Weiß Jura β bildet. Aber nirgends wurde die direkte Ueberlagerung von Weiß Jura δ über Unter γ konstatiert. Die Ablagerungen der verschiedenen Zeiten legen sich zwar vielgebogen und ungleich übereinander, wechseln wohl auch in der Mächtigkeit, scheinen aber doch überall ununterbrochen zu sein.

Wenn schon früher die Schwämme in schwäbischen Jurameer weiter sich verbreitet hatten, so fand dies nun vollends in großem Maßstab in Ober γ und δ statt. Das Schwammgebiet der Lochen verliert damit seine Eigentümlichkeit als solches und schließt sich, soweit Ablagerungen der höher folgenden Stufen noch erhalten sind, wieder der Ausbildung der übrigen Gebiete an.

1) Begleitworte zu Blatt Balingen und Ebingen. pag. 36.
2) Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 1877.

Es ist nun merkwürdig, daß die gegenwärtige Talbildung sich nicht selten an das alte Relief der Meeresgründe anschließt. So kann man mehrfach beobachten, daß die Erhebungen von β und Unter γ noch heute die Gipfel ausmachen, z. B. am Nack und Lochenhörnle; in anderen Fällen muß man dies annehmen, wenn man den geologischen Befund irgend richtig verstehen will, wie z. B. beim Torbühl, Bühlen und den meisten γ-Erhebungen der Hochfläche. Alte Senken scheinen aufs neue vertieft, wie z. B. im Untereck und Tieringer Tal zwischen Rockenloch und Lerchenbühl, und es mag gerade dieser Umstand mit zu dem seltsamen Verlauf dieses Tales beitragen. Man mag sich diese Talbildung vielleicht analog derjenigen vorstellen, die an der α β-Grenze vor sich geht und etwa den Quellhorizont γ δ dafür verantwortlich machen. — Daß jedoch nicht überall diese Regel der Herauspräparation des alten Reliefs gilt, das beweist die tiefe Einsenkung des ε am Rockenloch, der keinerlei Talbildung in der Gegenwart entspricht. Immerhin aber wird man bei einer morphologischen Betrachtung der Talbildungen der Alb auch an diesem Gesichtspunkt der schon jurassisch präformierten Täler, der für manche sonst schwierige Einzelheit eine gute Erklärung bieten wird, nicht achtlos vorübergehen dürfen.

Ueberblicken wir noch einmal, was sich über die gesteinsbildende Tätigkeit der Schwämme ergab, so können wir in ihnen echte Riffbildner erkennen. In einer ganzen Reihe von Punkten zeigte sich weitgehende Analogie zwischen ihren und den Bauten der rezenten Korallen. In anderen freilich weichen sie deutlich voneinander ab, und wir sehen diese Unterschiede bedingt durch die von den Korallen verschiedene Natur der Schwämme, wie auch durch die speziellen im Jurameere herrschenden Lebensbedingungen.

Spätere vordiluviale Ablagerungen.

Nur noch ganz unbedeutend sind die Ablagerungen, die jüngeres Alter haben als Weiß Jura ε. Es ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, daß auch die noch folgenden Schichtglieder des Weißen Jura hier zum Absatz gelangten. Sie sind lange der Denudation zum Opfer gefallen. Vielleicht stammen die Kalkspatstücke, die man bisweilen zerstreut auf den Aeckern findet, aus den Höhlungen, die sie durchsetzten.

Was während der Kreidezeit, da die Alb sich bereits über den Meeresspiegel erhob, geschah, wissen wir nicht, sichere geologische Ueberreste aus jener Zeit sind uns nicht erhalten. Das Tertiär ist durch die Bohnerze vertreten, die man in Spalten, zuweilen auch im Ackerboden zerstreut findet. Früher wurden sie gesammelt und auf dem Harras im Beeratal zur Verhüttung gebracht. Das ist längst aufgegeben, und nur die alten Gruben erinnern noch da und dort an ihren Abbau.

Zerstreut auf der Hochfläche, vereinzelt auch auf Braunem Jura fand sich eine Anzahl von Gesteinen, die, ortsfremd, möglicherweise die letzten Ueberreste langzerstörter, tertiärer Schotterablagerungen darstellen könnten. Bei der alten menschlichen Kultur auf der Höhe erscheint jedoch auch ihre Herkunft durch Menschenhand nicht ausgeschlossen. Irgend eine Gesetzmäßigkeit in der Anordnung, welche bestimmtere Schlüsse über ihre Herkunft gestattete, ist nicht zu erkennen. Es wurden gefunden: 1) grauer Quarzit, Geröll; 2) rötliches Quarzitgeröll; 3) weißer Quarzit, gerundet; 4) mehrere Stücke Arkose; 5) Rhätsandstein. Einige Granitfunde zeigten auf einer Seite eigentümliche Glättung und schieden so als bearbeitet aus.

Tertär ist wohl auch die Anlage der Täler. Da die Quertäler, welche das jüngere System darstellen, im Diluvium bereits bestanden zu haben scheinen [1]), so muß die Entstehung der Folgetäler mindestens ins Tertiär fallen. Hieraus, wie auch aus der Auflagerung marinen Tertiärs im Süden der Albtafel ergibt sich, daß schon damals mindestens das Südfallen der Alb und damit die heutige Tektonik im wesentlichen bestand.

Tektonik.

Das Gebiet erscheint für tektonische Untersuchungen nicht eben günstig. Der weiße Jura kann infolge der wechselnden Mächtigkeit und der daraus sich ergebenden Lagerungsverhältnisse seiner Schichten hierzu nur mit größter Vorsicht benutzt werden. Seine weitausgedehnten Schuttmassen überdecken große Strecken am Fuß der Steilwände und verhüllen vielfach die Glieder der oberen Hälfte des Braunen Jura. Die der unteren Hälfte erscheinen infolge ihrer großen Mächtigkeit und geringen Gliederung gleichfalls wenig geeignet. Ihre Grenzen sind zum Teil nicht ganz unzweifelhaft eindeutig, und die dichte Bewaldung, die im Norden und Osten bis auf Braun Jura α herabgreift, trägt nicht zur Klärung der Verhältnisse bei. In erster Linie sind die folgenden Bänke für die Kenntnis der Tektonik von Bedeutung: *Discus*-Bank, *Sowerbyi*-Bank, γ δ-Grenzbank, soweit nicht verrutscht, ferner Bifurcatenoolith und, wo sie aufgeschlossen ist, die Macrocephalenbank. In zweiter Linie kommen die α β-Grenzbänke im Braunen und im Weißen Jura, die Grenze zwischen Braun und Weiß und die übrigen im Text angeführten Lager in Betracht, diese dürfen aber nur mit einiger Vorsicht benutzt werden. Hieraus ergibt sich schon von selbst, daß hier die Ermittlung feinster Details in der Tektonik, wie sie etwa bei einem so viel und fein gegliederten Schichtensystem, wie dem Lias, möglich ist, nicht zu erwarten war, und so wurden auch die ermittelten geringen Verwerfungen nicht eingezeichnet, da keine von ihnen einen größeren Betrag als etwa 3—4 m zu haben scheint, die meisten ganz wesentlich darunter bleiben.

Es ergab sich ein Gesamtstreichen von N 25° O, ein entsprechendes Fallen nach O 25° S mit etwa 1,6 Proz. Indes ist dies zweifellos kein einheitliches Fallen einer ungebrochenen Schichtentafel. Diese erscheint vielmehr wiederholt verbogen und gebrochen, wobei sich das Fallen selbst unter ziemlich beträchtlichem Winkel gegen das normale stellen kann, und zwar meist derart, daß es sich deutlicher nach O wendet. Kleinere Verwerfungen wurden mehrere teils beobachtet, teils mit Sicherheit vermutet. Solche zeigen sich z. B. wiederholt, aber sehr geringfügig im Bachbett der Eyach im Braun Jura α, an der Nordwand des Lochenhörnle an einer Stelle, an der Ostwand des Massivs in mehreren kleineren Verschiebungen, — doch zeigen gerade diese weithin offenen Wände auffallend geringe Störungen, — im Tale des Nordnordwest gerichteten Baches bei Hausen usf. Andererseits sind auch sichere tektonische Schichtbiegungen im Braunen Jura beobachtet, z. B. an der Röthe bei Tieringen. Mehrfach steigert sich das Fallen auf kurze Entfernungen ziemlich stark und wird dann wieder geringer, ohne daß die Annahme einer Verwerfung oder von Staffelbrüchen nötig oder auch nur wahrscheinlich wäre. Besonders interessant ist in dieser Beziehung die Umgebung von Hausen am Thann. Wenn man die beiden durch nur ca. 8 m Tone getrennten Bänke (*Stauffensis*- und *Sowerbyi*-Bank) verfolgt, die dort sehr vielfach aufgeschlossen sind, so ergibt sich, daß die meisten Störungen sicher nur auf einem Abbiegen der Schichten beruhen, Verwerfungen jedenfalls nur sehr geringfügig sein können. — Auffallend ist auch die hohe Lage, die Braun δ beim Oberhauser Hofe hat. Indes scheint auch hier keine Verwerfung, sondern nur eine

1) Vgl. Dietrich, Aelteste Donauschotter auf der Strecke Immendingen-Ulm. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 19. 1904. pag. 11.

Verbiegung der Schichten vorzuliegen. Es ist wohl denkbar, daß die großen Tonmassen des Braunen Jura (Braun Jura α mit rund 100 m, die Lager in β und γ mit etwa 50 m, ε und ζ mit 75 m) mildernd und ausgleichend auf die tektonischen Erscheinungen mögen eingewirkt haben.

Versuchen wir die tektonisch wichtigen Richtungen zu erfassen. Das in der Gegend von Ebingen und Hausen im Killertal so deutlich entwickelte System südnördlicher bzw. westöstlicher Talstücke und Verwerfungen (rheinisches? System), das z. B. westlich wieder im Harrastal, vielleicht auch im Wehinger Tal deutlich wird, ist im Blatte nur selten deutlich erkennbar, z. B. im Ostabsturz des Grates, vielleicht auch in einem Teilstück des oberen Schlichemtales, nördlich Tieringen. Doch könnte es sich hier auch um ein präformiertes epigenetisches Talstück handeln. Ein zweites System zeigt etwa die Richtung N 35° W und kommt in der Umgebung von Hausen, im Röthebachtal und im Beeratal zum Ausdruck. Die Richtung des Eyachtales scheint damit wiederum nicht übereinzustimmen und gehört vielleicht einem eigenen System N 60° W an, das im Lauf der unteren Schlichem und im Wehinger Beeratal wieder auftaucht. Das im nördlichen Teil der Karte 1 : 50000 so deutlich hervortretende System N 60° O verlaufender tektonischer Linien [R. Langs[1]) „Alpines System"] tritt innerhalb des Weiß-Jura-Gebietes auffallend zurück. Nur das Schlichemtal scheint teilweise dadurch beeinflußt.

Diese Verschiedenheit der Richtungen und der Wechsel im Fallen der Schichten legt den Gedanken nahe, daß nicht ein einheitlicher und einmaliger Vorgang die Ursache der tektonischen Verhältnisse unseres Gebietes sei, sondern daß verschiedene tektonische Ereignisse zu wiederholten Malen bei seiner Ausbildung mitgewirkt haben, ein Gedanke, der für Südwestdeutschland noch nicht mit genügender Schärfe verfolgt worden ist. — Daher möchte ich auch lieber als von einem ostsüdöstlichen Fallen der Gebirgstafel von einem südlichen oder südöstlichen einerseits und einem östlichen andererseits sprechen, welche dann zu verschiedenen Zeiten verschiedenen Einflüssen zufolge entstanden wären. Das letztere wäre dann wohl mit der Erhebung des Schwarzwaldes in Zusammenhang zu bringen, das erstere mit der Senkung der Albtafel gegen das tertiäre Meer Oberschwabens.

Das Alter dieser Störungen betreffend, läßt sich aus den Verhältnissen des Gebietes nur das schließen, daß sie postjurassisch und wohl vordiluvial sind.

Diluvium.

Im Diluvium scheinen im wesentlichen schon die heutigen orographischen Verhältnisse vorhanden gewesen zu sein. Wenigstens müssen die Hochflächen bereits ihre heutige Ausbildung gehabt haben, als sich die Lehme auf ihnen und in ihren Mulden ablagerten. Solche finden sich auch im Gebiet unserer Karte z. B. in der Umgebung des Heidenhofs. Ob ihr völliges Fehlen auf dem vorderen Plateau des Lochengebirges ein ursprüngliches ist, erscheint zweifelhaft, vielleicht sind sie wieder weggeschwemmt oder -geblasen worden.

Gleichfalls diluvialen Alters dürften die dunklen, moorigen Humusablagerungen im Beeratal am Ausgang des Dorfes Tieringen, sein, doch läßt sich kaum etwas Sicheres über sie sagen. Ihre

1) Vgl. R. Lang, Zur Tektonik von Württemberg. Jahreshefte d. Ver. f. vat. Naturk. in Württemb. Jahrg. 67. 1911. pag. XCVI. Die dort varistisch genannte Richtung ist nach einem Vortrag der Vers. des Oberrh. geol. Vereins in Schramberg 1911 und persönlicher Mitteilung von Dr. Lang richtiger als alpin zu bezeichnen und von der eigentlichen varistischen zu unterscheiden.

Mächtigkeit beträgt an manchen Stellen mehrere Meter und nimmt gegen den Berg zu ab, wo sie dann vom Gehängeschutt teils überlagert werden, teils in ihn übergehen oder ihn überlagern. Auch in der Mitte des Tales soll Weißjuraschutt unter ihnen folgen.

Endlich sind hier noch die Schotter des Eyachtales zu nennen, die gerade unterhalb Laufen an der Bahn eine nicht unbeträchtliche Mächtigkeit haben. Es scheint dort ein alter Eyachlauf, von dem gegenwärtigen durch eine Erhebung von Braun Jura α getrennt, existiert zu haben, dem sie ihre Herkunft verdanken. O. Fraas erwähnt sie im geologischen Teil der Oberamtsbeschreibung von Balingen[1]), vergleicht sie mit den mächtigen Schuttmassen der Wasserscheide bei Lautlingen und führt sie aufs Glazial zurück. Die Schotter lassen sich noch weiterhin der Eyach entlang verfolgen und lassen deutlich zwei Hauptterrassen erkennen. Heute läuft das Flüßchen durchweg auf Anstehendem α. Sein Absturz bei Laufen an der αβ-Grenze deutet darauf hin, wie wichtig derartige Stufen auch bei Schotterablagerungen sein können, indem sie rückwärts schreitend ihre Lage ändern können, und indem die jeweils in ihrer Nähe entstehenden Schotterablagerungen gleichen Alters sehr verschiedene Höhenlage besitzen.

An diese Eyachschotter schließen sich diejenigen unter der Lochen an. Ihre Hauptentwicklung liegt außerhalb des Blattes. Ihre Mächtigkeit erscheint meist gering. Zum Teil schließen sie sich an die Bäche an, doch fällt ihre relativ hohe Lage auf. O. Fraas glaubt auch ihnen glaziale Entstehung zuschreiben zu müssen, der große Bogen, den sie zusammen mit den Eyachschottern bilden und der besonders auf der geologischen Karte 1:50000 recht gut hervortritt, ist ihm der verwaschene Rest eines alten Moränenkranzes, den der Lochengletscher vor sich aufgebaut. Auffallend nur, daß von seinen Rückzugsphasen so gar nichts erhalten geblieben ist.

Erwähnung verdient wohl das Vorkommen von Weißjuraschutt auf dem Kopf eines Hügels zwischen Roßwangen und Schafberg und eines zweiten rechts der Lochenstraße (Hoi(l)genwald). Beide Höhen bestehen aus Braun Jura α und sind durch Senken vom Massiv getrennt. Doch scheint es sich bei ihren Weiß-Jura-Kappen eher um Reste alter Bergrutsche oder Gehängeschuttbildungen als um eigentliche Kieslager zu handeln. Auch glaziale Bildung wäre möglich und wohl als sehr wahrscheinlich anzunehmen, wenn nicht die Abtrennung der Hügel vom Hauptgebirge auch eine spätere sein könnte und man nicht eben die Schuttlager als die Ursache auffassen könnte, warum sich jene Hügel länger gehalten haben als ihre Umgebung.

Aehnliche, aber noch viel bedeutendere, im Zusammenhang verrutschte Gesteinsmassen des Weißen Jura finden sich im Niveau von Braun ε an der Lochenstraße, wo sogar ein Steinbruch in ihnen aufgetan ist, das alte Beispiel[2]) des verrutschten Gesteins, das über die Impressen und Ornaten weg zu Tal geschliffen ist.

Noch bedeutender, aber auch eine hier einzureihende Bildung ist der Burzel bei Oberhausen. Bis zum Macrocephalenoolith erscheint dieser Hügel völlig normal. Braun ζ darüber ist in seiner Mächtigkeit stark reduziert, zeigt aber noch Spuren der vollständigen Entwicklung mit den Oolithen. Dann folgt eine Schuttkiesmasse, in einer Grube aufgeschlossen, die Reste von Weiß Jura α (*Transversarius*-Bänke und Lochenschichten) und Unter β bringt und darüber, die eigentliche Krönung des Berges, ein massiver Klotz von β-Schwammkalk. Der von Quenstedt[3]) geäußerte Gedanke, daß hier eine allerälteste Schwamm-

1) a. a. O. pag. 18 u. 20.
2) Württemberg. Jahreshefte. 1828. pag. 98 ff.
3) Begl w. pag. 37.

kolonie im ursprünglichen Niveau vorliege, erledigt sich schon durch das Zusammenschrumpfen von Braun Jura ζ, in dessen Niveau die ganze Sache liegt, wie durch das Auftreten von Resten von α in der ringsum üblichen Ausbildung. Es scheint sich hier um eine größere im Zusammenhang verrutschte Masse zu handeln; die weniger festen unterlagernden Schichten sind unter dem Gewicht des Hauptklotzes teils ausgequetscht, teils zerrüttet und liegen nur noch in Resten vor. Es erscheint als denkbar, die auffallend hohe Lage von Braun δ nördlich bei Oberhausen mit dieser Rutschung in Beziehung zu setzen und das Ganze als aus dieser Richtung hergeschafft anzusehen, doch ist diese Annahme nicht notwendig.

Gehängeschutt größeren Ausmaßes wird meist ins Diluvium gesetzt. Auch hier ist ein solches Alter der sehr beträchtlichen Massen nicht ausgeschlossen, zum Teil sehr wahrscheinlich. Doch zeigen die jährlichen Abbrüche, die zuweilen eintretenden größeren Rutschen, daß ihre Bildung auch heute noch fortdauert. Eine Trennung zwischen diluvialen und alluvialen Gehängeschuttbildungen erscheint also praktisch nicht angängig und wenn auch der Kern der Hauptmassen wohl meist sehr alt ist, so sind ihre äußeren Lagen bis zu unbekannter und wohl wechselnder Tiefe wesentlich jüngerer Entstehung.

Ich komme nun noch zu einer Frage, die schon früher mehrfach gestreift wurde und zu der in jüngster Zeit Herr Privatdozent Dr. Freudenberg [1]) durch eine Mitteilung bei der 43. Versammlung des Oberrheinischen Geologischen Vereins einen Beitrag geliefert hat, die Frage der Glazialerscheinungen an der Lochen. In der Tat, wenn an irgendeiner Stelle der Schwäbischen Alb, so mußten hier zur Eiszeit glaziale Bildungen entstehen. Die beträchtliche Erhebung des Gebirges, die der westlichen Lage entsprechende, besonders große Menge der Niederschläge mußten sie begünstigen, nicht allzuweit entfernt lagerte im Süden die Stirn der großen alpinen Eismasse, im Schwarzwald sind durch die Untersuchungen der geologischen Landesanstalt [2]) Karböden bis zu 600 m Meereshöhe und selbst noch tiefer nachgewiesen, kurz man sollte denken, es mußten sich hier deutliche Reste glazialer Bildungen finden lassen. Dennoch habe ich zweifellose morphologische Merkmale derartiger ehemaliger Glazialphänomene nicht zu erkennen vermocht. Die steilen Abstürze des Weißen Jura sind durch den petrographischen Aufbau des Gebirges erklärt; nirgends greift ein Kar in sie ein. Es könnte höchstens die geringe Breite der Braunjuraterrassen angeführt werden; aber dann müßten sich auch irgendwo Moränenreste finden.

So bleibt die Beobachtung der „Mure oder Moräne am Lochenhörnle" besonders wichtig. Zur Kennzeichnung der Fundstelle möchte ich hinzufügen, daß sie sich etwa da befindet, wo die Höhenlinie 800 m den von Frommern am Hakenbrunn vorbei zum Hörnle führenden wohlmarkierten Albvereinsweg schneidet, etwa unterhalb jener Quelle. Ein eigentlich „zirkusartiger Kessel" ist dort nicht zu sehen, doch war es an dem betreffenden Karfreitag 1910 so nebelig, daß eine Täuschung wohl möglich war. Wir befinden uns hier unterhalb des ersten großen Schuttwalles und die Massen des oberen Braun-Jura ζ, die man neben den Weiß-Jura-Trümmern findet, sind unter der Last dieses Walles verrutscht und aus dem Lager gepreßt und bilden zusammen mit dem tonigen Unter α und den feingrusigen Resten der Lochenschichten die Grundmasse der fraglichen Moräne. Ihre gröberen Bestandteile entstammen teils den *Transversarius*-Bänken, den Lochenschichten und namentlich dem darüber anstehenden β.

1) Berichte über die Versammlung des Oberrheinisch Geologischen Vereins. 43. Versammlung zu Bad Durkheim. Teil II. pag. 81—84.

2) M. Schmidt, Ueber Glazialbildungen auf Blatt Freudenstadt. Mitteil. d. geol. Abt. d. Kgl. Stat. L.-A. No. 1. 1907. pag. 24.

Die großen β-Blöcke sind wohl sicher vor verhältnismäßig kurzer Zeit erst von der Wand herabgebrochen. Der Quellhorizont der α β-Grenze, der gerade hier infolge ursprünglich synklinaler Lagerung der Schichten ein besonders deutlicher ist (Hakenbrunnquelle), genügt wohl zur Erklärung eines solchen Abbruchs. Ein Erdbeben, wie solche jetzt und früher gelegentlich in der Gegend eintreten, mag den letzten Anstoß gegeben haben. Ob ihr Herabfallen von besonderer Bedeutung für die Masse der Schuttanhäufung war, mag dahingestellt sein. Es war eben eine weitere Vermehrung der Schuttmasse und hat als solche wohl sicher mit zu ihrer Bewegung beigetragen. Diese beruhte vor allem auf der Natur ihrer Unterlage, die, tonig und durch die oben entspringende Quelle hier allezeit mit Wasser durchtränkt, das Abrutschen der Massen sehr begünstigte. Daß es dabei innerhalb dieser zu Schrammungen der einzelnen Teile kam, ist verständlich; daß die Schrammen zum Teil parallel laufen, erklärt sich aus der doch ziemlich dichten Packung der Masse, die eine leichte Verschiebung der einzelnen Blöcke untereinander verhinderte. Auf Grund dieser Umstände muß jedenfalls die Annahme einer glazialen Entstehung der Schrammen zweifelhaft bleiben. Es hat sich vielmehr, meiner Ansicht nach, hier ein Vorgang abgespielt, der sich allenthalben unterhalb der Felswände wiederholt: das Abgleiten der sich anhäufenden Schuttmassen. Rings um den Steilabfall sieht man in den ausgebuchteten Höhenlinien einer ganz bestimmten Zone alle die verschiedenen verrutschten Massen angedeutet. Solche Erscheinungen dürfen indes nicht mit glazialen, jene Schuttwälle nicht mit Moränen verwechselt werden; sie umziehen den ganzen Steilrand und sind gleichmäßig auf der Süd- wie auf der Nordseite entwickelt. Sie beruhen auf der tonigen Natur von Braun Jura ζ.

Ich komme nun zu dem zweiten Stück, das jener Mitteilung zugrunde liegt, dem geschrammten Block von Macrocephalenoolith. *A. macrocephalus* Schl.[1]) selbst ist der Ammonit zwar nicht, der in ihm sitzt und auch in der Abbildung wohlerkennbar ist, sondern einer der in derselben Schicht vorkommenden großen Perisphincten, die Quenstedt unter dem Namen *A. triplicatus* zusammenfaßte. — Der Block lag mit einigen anderen etwas verrutscht im weichen, völlig durchfeuchteten Tonmergel der oberen Region von Braun Jura ε zusammen mit zahlreichen Versteinerungen des *Fuscus*-Lagers und kann also nicht wohl sehr weit von seinem Lager entfernt gewesen sein. Herr Dr. Freudenberg weist auf das große Maß der Abtragung an der geschrammten Ecke hin und möchte daraus auf entsprechend gewaltige Kräfte schließen. Indes erscheint die Annahme kaum weniger wahrscheinlich, daß die Ecke schon vorher abgewittert war und nur noch ihre Fläche durch die darüber wegrutschenden Schuttmassen geglättet und geschrammt wurde. Das Gelände, in dem der Block lag, zeigt alle Anzeichen der Verrutschung. Nach Beobachtungen an anderen, ähnlichen Stellen nun möchte ich auch hier die glaziale Entstehung der Schrammen leugnen, um so mehr als von einer aushobelnden Tätigkeit des Eises, die doch in diesen weichen Tonlagern ganz besonders stark hätte sein müssen, so gar nichts zu bemerken ist. Senkrecht unter der Spitze des Grates findet sich eine jenem Fundpunkte ähnliche Stelle im gleichen geologischen Horizont. Hier hat sich nach den Regengüssen des Juni 1910 eine kleine Rutschung ereignet. Braun Jura ζ und die obersten verwitterten Lagen von ε, samt Weißjuraschutt und dem darauf stehenden Jungtannenwald, sind über das teils anstehende, teils wenig verlagerte Braun Jura ε herabgeschliffen und haben auf dessen Oberfläche deutliche Schrammen hinterlassen. Aber nicht nur die Tone selbst, sondern auch die in ihnen lagernden Blöcke von Macrocephalenoolith und selbst Weißjurastücke zeigten deutliche mit der der Tone völlig gleichlaufende Schrammung. Noch

1) a. a. O. pag. 82.

an mehreren Stellen konnten damals ähnliche deutliche und zweifellos neu entstandene Schrammungen des Untergrundes an den frischen Rutschen beobachtet werden.

Damit dürfte wohl über diese Beweise des Glazials genug gesagt sein. Es sind zurzeit keine sicheren Hinweise darauf bekannt, daß im Lochengebiet zur Eiszeit glaziale Bildungen entstanden wären. Damit ist jedoch nicht die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit bestritten, daß sich nicht wenigstens Firnlager gebildet hätten. Wie heute der Schnee an manchen Stellen der Hochfläche und namentlich am Trauf jeden Winter Wächten bildet, so mußte er auch damals, von den Winden getrieben, an einigen Stellen, und besonders über den Rand geblasen, sich sammeln und dort auf der Nordseite, im Schatten der Wände leichter erhalten bleiben. Aber warum kam es nicht zur Karbildung? Keine Nische ist bekannt, die sich mit einiger Wahrscheinlichkeit so deuten ließe. Da doch sonst das Relief seit damals sich wenig geändert hat, kann nicht wohl alles der Verwitterung zum Opfer gefallen sein. Oder sollte die Ansiedlung selbst eines Kargletschers durch den weichen Untergrund verhindert worden sein, der durchfeuchtet die Firnmassen rasch zu Tal gleiten ließ? — Oder fielen alle die während der zweiten größten Vereisung entstandenen morphologischen Ueberreste und Anzeichen der Vereisung im Verlauf der folgenden Eisperioden der Zerstörung zum Opfer, als die klimatischen Faktoren, nicht mehr imstande, die Vereisung hier wieder aufleben zu lassen, dafür um so emsiger alle Spuren der früheren vertilgten?

Es zeigt sich auch hier das Problem der Alb im Eiszeitalter schwierig und ungelöst.

Der geologische Vorgang, der heute im Lochengebiete sich abspielt, ist wesentlich der der Zerstörung. Da ist in erster Linie zu nennen das allmähliche Zurückdrängen des Steilrandes, das weniger der Verwitterung und dem Spaltenfrost als dem Herabbrechen der unterwühlten Wände zuzuschreiben ist. Die steilen hellen Rutschen zeigen die Stellen an, wo dieser Vorgang zuletzt sich kräftig geäußert hat, die Risse oben im Gestein, die Spalten am Winkel, die Felsnadel am Hörnle, die Felsenkammer auf dem Schafberg weisen auf ihn hin. Die Fortschaffung des Materials in den von ζ verursachten Rutschen wurde bereits gezeigt. Dieser Vorgang ist um so bedeutender, als er fast das ganze Areal von Braun Jura ε und ζ bedeckt und selbst noch tiefer herabgreift. Man kann sagen, daß diese Rutschungen das für den oberen Braunen Jura charakteristische Kleinrelief herstellen, mitten im Wald begegnet man ihren Spuren, solchen, die längst zur Ruhe kamen, und solchen, die noch in Bewegung sind, wie das Hakenschlagen der Bäume häufig beweist. Oft wölbt sich die Oberfläche des Bodens auf über der weichen drängenden Masse, legt sich über, die Wurzeln spannen sich und zerreißen, schwächere Bäume werden umgestürzt, stärkere widerstehen länger, bis auch sie erliegen oder die Rutschung vor ihnen zum Stehen kommt. — Große Mengen Materials werden als Gerölle von den Bächen entfernt. Neben den mechanischen Vorgängen der Abtragung und des Transportes treten auch chemische auf. Eine ungeheure Menge gelösten Kalkes wird mit der Zeit aus dem Gebirge entführt. An fast jeder Quelle zeigt der verkittete Gehängeschutt den lokalen, zeitweiligen Absatz eines Teiles des gelösten Materials. Dieser Lösung fallen mit der Zeit auch die verrutschten Massen anheim. Sie wirkt auch zum Teil zusammen mit der Tätigkeit der Pflanzen auf den Feldern der Hochfläche. Daneben tritt dort auch der Wind als Faktor auf, der jährlich so viel der Ackerkrume hinwegnimmt, daß auf den Feldern oft im Frühjahr überhaupt nur noch Steine zu sehen sind, die denn auch regelmäßig abgelesen werden müssen und deren lange zusammengetragene Haufen sich zwischen den kärglichen Feldern erheben, Bilder unendlicher Mühsal des Menschen und des Ringens mit der nie völlig besiegten Natur.

Inhalt.

Seite

Einleitung . . . . . 3 [267]

Historischer Ueberblick . . . . . 3 [267]

Hiemer, L. v. Buch 3. — Quenstedts Flötzgebirge 4. — Jura 4. — C. Mösch im Aargau 4. — O. Fraas 4. — Gümbel 4. — Oppel 4. — Waagen 5. — Quenstedts Preisfrage 5. — Geologische Aufnahme durch Hildenbrand 5. — Regelmanns Messungen 6. — Engel 6. — Wundt und Haizmann 6. — Probleme 7.

Geographischer Ueberblick . . . . . 7 [271]

Höhen 7. — Europäische Wasserscheide 7. — Beeratal 7. — Schlichemtal 8. — Eyachtal 8. — Die Berge 8.

Geologische Einteilung . . . . . 8 [272]

Der Braune Jura . . . . . 8 [272]

Braun Jura α 8. — Mächtigkeit 8. — Landschaftlicher Charakter 8. — Petrographischer Aufbau 9. Fossilien 9. — Braun Jura β 9. — Grenzschichten 9. — Landschaft 10. — Mächtigkeit 10. — Profile 10. — Besprechung der Profile 13. — *Discus*-Bank 13. — Fossilliste 13. — Braun Jura γ 14. — *Sowerbyi*-Bank 14. — Landschaft 14. — Mächtigkeit 15. — Profile 15. — Besprechung der Profile 18. — Fossilliste 19. — Braun Jura δ 20. — Mächtigkeit 20. — Landschaft 20. — Petrographischer Charakter 21. — Profile 21. — Besprechung der Profile 23. — Fossilliste 24. — Braun Jura ε 25. — Landschaft 25. — *Parkinsoni*-Schichten 25. — *Fuscus*-Lager 26. — Macrocephalenoolith 26. — Fossilliste 27. — Braun Jura ζ 27. — Mächtigkeit von ε und ζ 27. — Landschaft 28. — Fehlen der *Jason*-Zone 28. — Ornatenton 28. — ζ-Oolithe 28. — Verbreitung derselben 29. — Ober ζ 29. — Grenzschichten 30. — Fossilliste 30.

Der Weiße Jura . . . . . 31 [295]

Allgemeine Bemerkung 31. — Weiß Jura α 31. — *Transversarius*-Bänke 32. — *Impressa*-Tone 33. — Grenze *Transversarius*-Zone-*Impressa*-Tone 33. — Fossilliste α 33. — Lochenschichten 34. — Mächtigkeit 35. — Fossilliste α′ 35. — Weiß Jura β 37. — Grenzen 37. — Petrographische Ausbildung der unteren Schichten 38. — Oppels Zonen und Quenstedts Buchstaben 38. — Schwammbildungen 39. — Die „weißen“ Schichten in β 39. — Mächtigkeit 39. — Fossilliste 40. — Weiß Jura γ 42. — Allgemeines 42. — „Grün“ γ 42. — „Weiß“ γ 43. — Hildenbrands Deutung 43. — Gründe dagegen 43. — Unterschied von β 44. — Grenze βγ 44. — Genese des „Weißen“ γ 44. — Schwammstotzen in γ 45. — Leitfossilien 46. — *Reineckianus*-Zone 46. — *A. Reineckianus* Vorkommen 47. — *Tenuilobatus*-Zone 47. — Auffallende Lagerung beider Zonen 48. — *Monotis lacunosae* 48. — Grenzschichten 49. — Fossilliste 49. — Weiß Jura δ 53. — γ und δ 53. — *Gastrodorus Neuhausense* 53. — Fossilliste 54.

Schwammformation . . . . . 54 [318]

Gründe für das Auftreten der Schwämme 54. — Zwei Sedimentsfaktoren 56. — Riff und Vorriff 56. — Schwämme als Gesteinsbildner 56. — Relief des Meeresgrundes 57. — Grusbildung 57. — Meerestiefe 58. — Ansicht von E. Fraas und Gründe dagegen 58. — Allothigenes Material 59. — Talbildung 59. — 2 Typen der Riffe 59. — Eigentliches Riff 59. — Schwammbank 60. — Verhalten gegen Erosion 60. — Schiefe Lagerung 61. — Wechsel der Sedimentszufuhr 61. — Rekonstruktion 62. — Schwammkalke 63. — Anlagerung 63. — Talbildung 64.

Seite

Jüngere Ablagerungen . . . . . 64 [328]
Jura-Tertiär 64. — Gerölle 64.

Tektonik . . . . . 65 [329]
Schwierigkeiten 65. — Gesamtstreichen 65. — Gebrochene und verbogene Tafel 65. — Wichtige Richtungen 66. — Allgemeines 66.

Diluvium . . . . . 66 [330]
Höhenlehm 66. — Moorgrund 66. — Schotter des Eyachtales 67. — Juraschuttmassen 67. — Größere verstürzte Massen. Burzel 67. — Gehängeschutt 68. — Glazial der Lochengegend 68. — Freudenbergs Mitteilung 68. — Erklärung durch Rutschung im Gehängeschutt 69. — Analoger Fall 69. — Allgemeines 70.

Geologische Vorgänge der Gegenwart . . . . . 70 [334]
Zurückweichen des Albrandes 70. — Mechanischer Transport 70. — Chemische Lösung 70.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 4279

Erklärung der Tafel I [XXVI].

Lochenstein, von Westen gesehen. Links deutlich wohlgebanktes β. In der Mitte der Klotz des emporragenden Schwammriffes mit teilweise, namentlich unten, noch erkennbarer Schichtung, oben Uebergußschichtung. Rechts muldenförmige Lagerung der Bänke zwischen einzelnen „Stotzen". Der obere Teil dieser eingelagerten Bänke ist bereits γ, das in „grüner" Facies die obere begraste Kuppe des Berges bildet (das überlagernde δ ist hier nicht sichtbar), ebenso aber auch in weißer Facies die oberste Kappe des Riffes (umgelagerter β-Kalk).

Erklärung der Tafel II [XXVII].

Wenzelstein von Süden. Die glatt gelagerten β-Bänke rechts steigen nach links empor und gehen zuletzt in ganz massigen Fels über. Der Schutt verhüllt sehr mächtig (am Waldrand in Gruben aufgeschlossen) den Weißen Jura α, der mit Wald bestanden ist. Im Vordergrund die weißen *Eriopholis*-Blüten des sumpfigen Braun Jura ζ.

Erklärung der Tafel III [XXVIII].

Fig. 1. Südostwand des Tobeltales. Von rechts und links steigen die Schichten zu einer Erhebung (Schwammbank) an, deren höchster Teil in sich zusammengebrochen ist. Weißer Jura α reicht hier besonders hoch empor und verschuldet dieses rasche Verschwinden der höchsten Partie. Man erkennt die Zunahme der Schichtenmächtigkeit besonders gut links, wo auch Weißer Jura γ in kalkiger Facies ausgebildet ist, während sonst die Weißer Jura β/γ-Grenze etwa mit dem Wiederbeginn des Waldes über dem Steilabsturz zusammenfällt. Der größere Tongehalt bedingt geringere Steilheit.

Fig. 2. Nordostwand des Lochenhörnle mit den beiden großen Rutschen, deutlichste Schwammbänke erschließend. Die nackten Wände sind mächtig anschwellender β-Kalk, darunter links steile Halden mit α und α'. In der Mitte die präformierte Talbildung mit Quelle Hakenbrunn. In der Mulde liegt γ. Man beachte rechts das Abschneiden der Schichten durch die Erosion, ältestes Eyachtal.

Fig. 1.

Fig. 2.

Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XXVIII.
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Erklärung der Tafel IV [XXIX.]

Fig. 1. Ostseite des Lochengründle. Oberstes Weiß Jura α. Man bemerkt den Tonreichtum der „ruppigen“ Schichten, eine Bankung ist durch das Auftreten kalkreicherer Lagen hier besonders deutlich zu erkennen. Unmittelbar über dem Aufschluß beginnt Weiß Jura β, das, bald nach rechts einfallend, etwa 100 m weiter in demselben Niveau im Lochensteinbruch aufgeschlossen ist.

Fig. 2. Nordseite des Grates. Das unruhige Relief des alten Meeresgrundes ist besonders gut an dem scheinbaren Faltenbau der einen, deutlich hervortretenden β-Bank zu erkennen. In der Mulde liegt horizontal Ober-β. Darüber am Waldrand und links auf der freien Fläche toniges γ, das auch links hoch emporsteigt und in kalkige Facies übergeht. Ganz schief lagert oben in dem Waldstück Weiß Jura δ.

Fig. 1.

Fig. 2.

Erklärung der Tafel V [XXX].

Fig. 1 u. 2. Detail der Schwammbildungen von der „Kurzensteige“ bei Tieringen. Zwischen die „ruppigen Stotzen“ legen sich immer wieder, zum Teil aus ihrem Detritus gebildet, die Bänke. Die Bankung greift zuweilen deutlich in die Stotzen ein, verschwindet aber meist bald in ihnen, andererseits greifen diese bisweilen auch über gebankte Ablagerungen über.

Fig. 1.

Fig. 2.

Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken. N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. XXX.
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Erklärung der Tafel VI [XXXI].

Fig. 1. Starkes ursprüngliches Einfallen der Schichten mit ca. 40° ohne jede Mitwirkung von Tektonik oder Erosion. Aus dem unteren Teile von γ.

Fig. 2—4. Beispiele von Schuttrutschungen infolge Abgleitens der Massen auf dem durchweichten Tongrunde von Braun Jura ε, ζ und Weiß Jura α. Die Rutschfläche ist, soweit sie nicht durch Regen etc. zerstört ist, völlig geglättet und gestreift. Ihre Neigung wechselt zwischen 10° und 50°. Etwa in der Mitte der Fig. 3 fanden sich auch in der Unterlage eingebettete Weiß-Jura-Stücke deutlich abgerieben und durch die darüber weggleitenden Massen pseudoglazial geschrammt.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

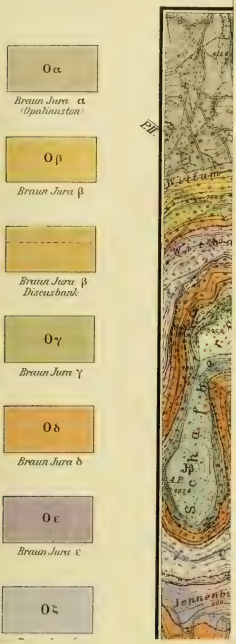
Fig. 4.

Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XXXI.
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Erklärung der Tafel VII [XXXII].

Langsam vordringende Tonmassen von Braun Jura ζ sind hier auf Braun Jura δ herabgeglitten. Man beachte die Einwirkung auf den Waldbestand. Während rechts die Bäume auf dem nur mit schwacher Schuttdecke überkleideten Anstehenden wurzeln, daher nur ganz geringe Andeutungen von Bewegungen (Hakenschlagen) aufweisen, zeigt der ebenso alte Baumbestand der bewegten Masse links sowohl starke frühere (Hakenschlagen der Bäume) als deutliche frische Bewegungen an. Schwächere Stämme werden von der bewegten Masse abgedrückt, stärkere werden entweder unterlaufen oder sie halten die Bewegung eine Zeitlang auf. Der Waldboden, namentlich die horizontal verlaufenden Tannenwurzeln, umgibt sackartig die bewegliche Masse.

Geolog. u. Paläont. Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken, N. F. Bd. XI (der ganzen Reihe Bd. XV), Taf. XXXII.
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**


Oα
Braun Jura α
(Opalinuston)
Oβ
Braun Jura β
Braun Jura β
(Dizeusbank)
Oγ
Braun Jura γ
Oδ
Braun Jura δ
Oε
Braun Jura ε
Oζ

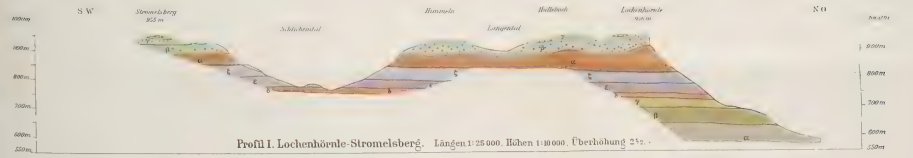
Geologische Karte des Lochengebiets.

Aufgenommen 1909 u. 1910 von Ernst Fischer.

Ausschnitt a. d. Blättern 122 Rot'd neuen topogr. Karte 1:25000 mit Genehmigung d. K. Statist. Landesamts.

Die Höhenkurven u. die einzelnen Höhenzahlen beziehen sich auf N.N. Schichtenhöhe in Meter.

Maßstab 1:25000.



Profil I. Lochenhörnle-Stromelsberg. Längen 1:25000, Höhen 1:10000, Überhöhung 2½.

Profil II. Lochenstein-Schopfenloch. Längen 1:25000, Höhen 1:10000, Überhöhung 2½.

GEOLOG. U. PALAEONTOLOG. ABHANDLUNGEN
herausgegeben von E. Koken
N. F. Band XI (der ganzen Reihe XV). Taf. XXXIII.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 5

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER PLESIOSAURIER-GATTUNGEN PELONEUSTES UND PLIOSAURUS

NEBST ANHANG:
ÜBER DIE BEIDEN ERSTEN HALSWIRBEL DER PLESIOSAURIER

Von

HERMANN LINDER
AUS EBINGEN

MIT 4 TAFELN UND 40 TEXTFIGUREN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Alle Rechte vorbehalten.

Beiträge zur Kenntnis der Plesiosaurier-Gattungen Peloneustes und Pliosaurus.

Nebst Anhang:

Ueber die beiden ersten Halswirbel der Plesiosaurier.

Von

Hermann Linder

aus Ebingen.

Vorwort.

Unter dem sehr reichhaltigen Material an Sauriern aus den Oxford-Ablagerungen Englands, welches die Sammlung des geologisch-mineralogischen Instituts der Universität Tübingen birgt, befinden sich auch zahlreiche, zum Teil sehr gut erhaltene Ueberreste von Plesiosauriern, besonders aus den Gattungen *Muraenosaurus, Cryptocleidus, Peloneustes* und *Pliosaurus*. Die montierten Skelette der drei zuletzt genannten Gattungen gehören zu den Prachtstücken der Sammlung. Während in letzter Zeit die Gattungen *Muraenosaurus* und *Cryptocleidus* im Britischen Museum in London durch Andrews eine ausgezeichnete Darstellung gefunden haben, der eine Durchsicht des Tübinger Materials kaum noch etwas Neues hinzufügen könnte, harren die Ueberreste von *Peloneustes* und *Pliosaurus* noch der Bearbeitung.

Ich habe daher mit Freuden den Vorschlag des Herrn Professor Dr. von Koken, jene Stücke in die Literatur einzuführen, begrüßt und möchte meinem hochverehrten Lehrer auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank ausdrücken für seine vielfachen Anregungen, für seine gütige Unterstützung mit Literatur und für das Interesse, das er immer meiner Arbeit entgegenbrachte.

Auch Herr Prof. Dr. E. Fraas, der mir bereitwilligst die Schädel von *Pliosaurus grandis* und *Peloneustes philarchus* in der Sammlung des Stuttgarter Naturalienkabinetts zur Bearbeitung überließ, sowie Herrn Prof. Dr. Freiherrn von Huene in Tübingen, der mich stets in liebenswürdigster Weise mit Rat und Literatur unterstützte, bin ich zu großem Dank verpflichtet.

Die Tafeln und Textabbildungen sind von mir selbst gezeichnet worden.

Tübingen, im Mai 1912.

Hermann Linder.

Einleitung.

Die Literatur, welche über die Familie der Pliosauridae vorhanden ist, ist gering, und dementsprechend sind unsere Kenntnisse über jene Familie recht mangelhaft.

Im Jahre 1841 trennte der englische Paläontologe Richard Owen von den Plesiosauriern eine besondere Gruppe ab, deren Vertreter sich durch ihre riesige Größe auszeichneten [1]). Er nannte sie *Pliosaurus* und erblickte in ihnen das unmittelbare Bindeglied zwischen den Enaliosauriern und den Krokodiliern. In einer Reihe von Arbeiten [2]) beschreibt er folgende Arten:

Pliosaurus grandis
„ *trochanterius*
„ *portlandicus*
„ *brachydeirus.*

Weiterhin führt Seeley in seinem „Index to the fossil remains of Aves, Ornithosauria and Reptilia" zahlreiche Ueberreste von Pliosauriern an, von denen er jedoch später nur *Pliosaurus Evansi* näher beschreibt [3]).

Phillips, der sich mit der Geologie der Gegend von Oxford beschäftigte, gibt auch eine Uebersicht über die in den dortigen Ablagerungen gefundenen Plesiosaurier [4]). Er beschreibt den Owenschen *Pliosaurus brachydeirus* ausführlich und bringt in einer neuen Species *Pliosaurus macromerus* das größte schwimmende Reptil aus dem Kimmeridge unter. Daneben stellt er zahlreiche, auf Einzelresten begründete neue Arten auf.

Einige Zähne aus dem Oxfordien Nordfrankreichs werden von Sauvage unter dem Namen *Liopleurodon ferox* und *L. Grossouvrei* beschrieben [5]).

Lydekker [6]) gebührt das Verdienst, zum erstenmal die Pliosaurier zusammenfassend behandelt zu haben. Er stellt neben der Gattung *Pliosaurus*, von welcher er 4 genauer definierte Arten kennt (*Pl. brachydeirus* Owen, *Pl. Grossouvrei* Sauvage, *Pl. macromerus* Phillips und *Pl. ferox* Sauvage), eine neue Gattung *Peloneustes* auf, die sich durch ihre geringe Größe, die längere Unterkiefersymphyse, die längeren Epipodialknochen und durch die feste Verbindung der oberen Bogen mit dem Wirbelkörper von *Pliosaurus* unterscheiden soll. Er weist dieser Gattung den Seeleyschen *Pl. philarchus* sowie die früher zu *Pliosaurus* gestellten *Peloneustes aequalis* und *Pel. Evansi* zu.

Der Schädelbau von *Plios. ferox* und von *Pel. philarchus* wurde von Andrews genau untersucht [7]).

Derselbe Autor stellt 1907 [8]) eine neue Untergattung der Familie der Pliosauridae, *Simolestes*,

1) R. Owen, Report on British fossil Reptiles. Part II. (British Association for the Advancement of Science.) Report for 1881. — Odontography. 1841. Part II. pag. 282.

2) R. Owen, Monograph of the fossil Reptilia of the Kimmeridge clay. Palaeontographical Society. 1859, 1860, 1868.

3) Quarterly Journal of the Geological Society of London. Vol. 30. pag. 445 ff.

4) Phillips, Geology of Oxford. 1871.

5) Bulletin de la Société géologique de France. Série 3. T. 1. 1873. pag. 378.

6) R. Lydekker, Oxford and Kimmeridge clay Sauropterygia. Geolog. Magazine. 1888. pag. 350 ff. — Catalogue of fossil Reptilia and Amphibia. Part II. IV. 1889. — A Pliosaurian skeleton from the Oxford clay of Peterborough. Quarterly Journal 1890. pag. 49.

7) Andrews, C. W., On the structure of the skull of a Pliosaur. Quarterly Journal. 1897. pag. 177. — On the structure of the skull in *Peloneustes philarchus*. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 16, pag. 242.

8) C. W. Andrews, On some new Plesiosauria from the Oxford clay of Peterborough. Ann. Mag. Nat. Hist. 1909. pag. 418.

auf, dessen Schnauze viel kürzer ist als bei *Peloneustes* und *Pliosaurus*, und gibt 1910 noch einen kurzen Bericht zu der Abbildung eines montierten Skeletts von *Pel. philarchus* im Britischen Museum [1]).

Jaccard [2]) bildet 1907 Teile eines schlecht erhaltenen Skeletts von *Pel. philarchus* aus dem Oxfordton von England ab.

Riabinin [3]) beschreibt 1909 einige Ueberreste von *Pel. philarchus* aus dem oberen Jura (Oxford?) von Rußland.

Schließlich dürften 2 von Koken [4]) beschriebene Dorsalwirbel von *Plesios. Kanzleri* aus dem norddeutschen Wealden ebenfalls zu *Peloneustes* gehören.

Das im Besitz des geologisch-mineralogischen Instituts der Universität Tübingen sich befindende und nachfolgend beschriebene Material an Pliosauriern setzt sich zusammen aus einem vollständigen, montierten Skelett, einem Schädel, einem Unterkiefer und einer Hinterflosse von *Pel. philarchus*, einem nicht ganz vollständigen, montierten Skelett von *Plios. ferox*, 2 Schädeln und einem Rückenwirbel von *Plios. grandis* und einer nicht näher zu bestimmenden vollständigen Flosse eines großen Pliosauriers. Ferner standen mir noch ein Schädel von *Pel. philarchus* und ein solcher von *Plios. grandis* aus der Stuttgarter Naturaliensammlung zur Verfügung. Sämtliche Ueberreste wurden im Oxfordton von Fletton und Peterborough in England gefunden.

Genus Peloneustes (Lydekker).

Peloneustes philarchus (Seeley).

1869 *Plesiosaurus philarchus* Seeley, Index to Aves etc. in Cambridge Museum. 1869. pag. 139.
1888 *Thaumatosaurus philarchus* Lydekker, Geol. Mag. Dec. 3. Vol. 5. 1888. pag. 353.
1889 *Peloneustes philarchus* (Lydekker), Quart. Journ. 1889. pag. 48.

Es soll zunächst das recht gut erhaltene Skelett eines *Peloneustes* aus dem Oxfordclay von Fletton in England beschrieben werden, das in der Sammlung des geologisch-mineralogischen Instituts der Universität Tübingen aufgestellt ist. Es ist vollständig erhalten, doch haben besonders die Wirbel durch Gebirgsdruck gelitten und sind etwas deformiert. Vom Schädel ist nur das Hinterhaupt für eine genauere Beschreibung zu verwerten, während der Unterkiefer nahezu unbeschädigt ist. Die beiden ersten Halswirbel, sowie einige hintere Schwanzwirbel fehlen. Auch von den Extremitäten sind einige Phalangen verloren gegangen.

Die Länge des ganzen Skeletts beträgt 4,05 m.

Der Schädel.

Taf. I [XXXIII], Fig. 1; Textabb. 1—6.

Um ein klares Bild vom Schädelbau zu gewinnen, möchte ich zu der Beschreibung noch einen zweiten, sehr gut erhaltenen Schädel verwenden, der auch aus dem Oxfordclay von Fletton stammt und sich ebenfalls in der Tübinger Universitätssammlung befindet.

Der Schädel ist stark verlängert. Er verschmälert sich vor der Orbitalgegend beträchtlich, so daß eine ziemlich lange, verhältnismäßig schmale, hochgewölbte Schnauze entsteht, die von den stark

1) C. W. Andrews, Geolog. Magazine. 1910. pag. 110.
2) F. Jaccard, Sur le *Peloneustes philarchus*. Bull. de la Soc. Vaudoise de sciences nat. 1907. pag. 395.
3) A. Riabinin, Zwei Plesiosaurier aus den Jura- und Kreideablagerungen Rußlands. 1909.
4) E. Koken, Neue Plesiosaurierreste aus dem norddeutschen Wealden. Centralblatt. 1905. pag. 691.

verlängerten Prämaxillen und Maxillen gebildet wird. Die Länge des Schädels übertrifft noch die doppelte Breite um ein Geringes.

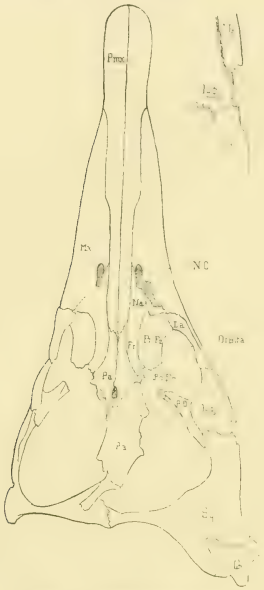


Fig. 1. *Peloneustes philarchus.* Schädel von oben. $^1/_6$ nat. Gr.

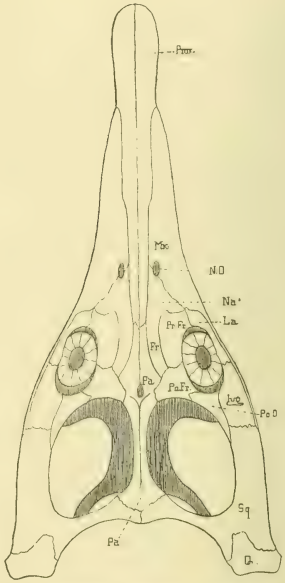


Fig. 2. *Peloneustes philarchus.* Rekonstruktion des Schädeldaches. $^1/_6$ nat. Gr.

Verzeichnis der Abkürzungen bei den Textabbildungen.

Schädel:

Pmx. Praemaxillare
Mx Maxillare
Vo. Vomer
Pt. Pterygoid
Pal. Palatinum
Tr. Transversum
Para-Sph. Parasphenoid
Qu. Quadratum
Ch. Choanen
Na. Nasale
N.Ö. Nasenöffnungen
Fr. Frontale
Pa. Parietale
Pr.Fr. Praefrontale
Po.Fr. Postfrontale
La. Lacrymale
Jug. Jugale
Po.O. Postorbitale
Sq. Squamosum
Par.For. Parietalforamen
Cond. Condylus
B.Occ. Basioccipitale
Ex.Occ. Exoccipitale
S.Occ. Supraoccipitale
F.Pmx. Facette für das Praemaxillare
F.Squ. „ „ „ Squamosum
B.Sph. Basisphenoid
Col. Columella
F.Pit. Fossa pituitaria
Art. Articulare
Ang. Angulare
S.Ang. Supraangulare
Prä.Art. Praearticulare
Cor. Coronoideum
Spl. Spleniale
Dent. Dentale
G. Gelenkfläche

Wirbel:

O. Odontoideum
E. Epistropheus
B.A. Basalstück des Atlas
B.E. „ „ Epistropheus
*F.B.*I Facette für die oberen Bogen des Atlas
*F.R.*I „ „ „ Rippen des Atlas
*F.R.*II „ „ „ „ „ Epistropheus
O.B. obere Bogen des Atlas

Extremitätengürtel und Extremitäten:

Sc. Scapula
Cor. Coracoid
Es. Episternum
Isch. Ischium
Pub. Pubis
Hum. Humerus
Fe. Femur
R. Radius
U. Ulna
T. Tibia
F. Fibula
rad. Radiale
int. Intermedium
uln. Ulnare
fib. Fibulare
tib. Tibiale
Pi. Pisiforme
I – V Finger I bis V

Beginnen wir die Beschreibung mit der Oberseite! — Die Prämaxillen bilden den vorderen Teil der wenig verbreiterten Schnauze und tragen je 6 Zähne. Sie sind an der Spitze gerundet und im Querschnitt hochgewölbt und lassen ihre mediane Sutur deutlich erkennen. Die Naht zwischen den Prämaxillen läuft dicht hinter dem 6. Zahn vorbei und wendet sich mit schwacher Krümmung nach hinten-oben, bis die beiderseitigen Suturen 19 cm von der Schnauzenspitze und 2 cm von der Mittellinie entfernt einander parallel laufen. Doch 26 cm von der Schnauzenspitze entfernt nähern sie sich plötzlich auf $1^1/_2$ cm von der Mittellinie, laufen dann wieder parallel und endigen am vorderen Rand der Nasenöffnungen. Der faciale Fortsatz der Prämaxillen wird dann von außen von den Nasalia(?) begrenzt und vereinigt sich schließlich mit den angeblichen Frontalia.

Die Maxillen nehmen auf der Oberseite des Schädels einen großen Raum ein. Sie reichen median bis zu den äußeren Nasenöffnungen zurück, deren vordere Umgrenzung sie bilden, und wo sie am breitesten sind. Von den Nasenöffnungen verschmälern sie sich wieder und werden innen von Nasale(?) und Lacrymale begrenzt. Ein schmaler Fortsatz bildet den Außenrand des Schädels und reicht noch hinter das Jugale zurück, um mit dem Squamosum in Verbindung zu treten. Zwar ist die äußerste Spitze dieses Fortsatzes abgebrochen, doch ist an dem etwas ausgeschnittenen und gezackten Außenrand des Squamosums deutlich zu erkennen, daß tatsächlich eine 1,2 cm lange Vereinigung von Maxillare und Squamosum bestand.

Frontalia(?). Die Knochen, die früher als Frontalia bezeichnet wurden, bilden die direkte Fortsetzung der Prämaxillen, mit denen sie in unregelmäßiger Sutur vereinigt sind. An dieser Stelle sind beide Knochen verschmälert. Sie werden dann rasch breiter, um kurz vor dem Parietalforamen ihre größte Breite mit je 2,8 cm zu erreichen und außen eine 9,7 cm lange Sutur für das Postfrontale zu bilden. Dann verschmälern sie sich wieder und vereinigen sich nahtlos mit dem Parietale.

Williston ist jedoch der Meinung, daß diese vor dem Parietalforamen liegenden, mit dem Parietale verschmolzenen Knochen nicht als Frontalia, sondern als Fortsätze der Parietalia zu betrachten sind, die mit dem facialen Fortsatz der Prämaxillen in Verbindung getreten sind und die eigentlichen Frontalia (und Nasalia?) von der Mittellinie verdrängt haben[1]). Diese Auffassung ist um so wahrscheinlicher, als tatsächlich bei keinem langschnauzigen Plesiosaurier deutliche Nähte zwischen den Parietalia und den angeblichen Frontalia beobachtet wurden. Williston hat daraufhin vergeblich 5 wohlerhaltene Schädel von 4 verschiedenen Gattungen untersucht, auch Andrews[2]) kann weder bei *Pelo-*

1) S. W. Williston, The skull of *Brachauchenius* etc. Proceedings of the United States National Museum. Vol. 32. 1907. pag. 480.

2) C. W. Andrews, On the structure of the skull in *Peloneustes philarchus*. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 16. 1895. pag. 246. — On the structure of the skull of a Pliosaur. Quart. Journ. 1897. pag. 177.

neustes noch bei *Pliosaurus* deutliche Nähte erkennen, und ich selbst konnte bei 6 Schädeln, bei denen die übrigen Suturen recht klar sind, keine Spur einer Trennung der beiden Knochen finden. Das eigentliche Frontale liegt vielmehr als langgestreckter Knochen neben dem Parietale und Praemaxillare und wird hinten vom Postfrontale, außen von einem Knochen, der von ANDREWS als Supraorbitale bezeichnet wurde, tatsächlich aber ein Praefrontale darstellt, begrenzt. Ob das Frontale bis zu den äußeren Nasenöffnungen vorreicht und an das Maxillare grenzt, ist nicht sicher festzustellen. ANDREWS gibt zwar etwas vor der Grenze von Praemaxillare und Parietale eine Naht an, die ein vorderes Nasale von einem hinteren Frontale trennen würde, doch konnte ich keine solche erkennen. Auch bei dem ganz ähnlich gebauten Schädel eines cretacischen *Brachauchenius* fehlt nach WILLISTON jede Naht zwischen dem Frontale und einem Nasale. Für das Fehlen eines Nasale spricht der Umstand, daß diese bei den oberjurassischen Elasmosauriern durch die zusammentretenden

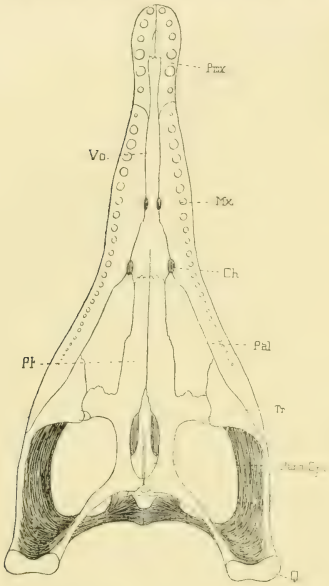


Fig. 3. *Peloneustes philarchus.* Rekonstruktion der Gaumenseite. $^1/_6$ nat. Gr.

Fig. 4. *Peloneustes philarchus.* Pterygoid und Parietale von der Seite. $^1/_3$ nat. Gr.

Prämaxillen und Frontalia aus der Mittellinie verdrängt wurden und verschwunden sind, während sie bei vielen liassischen Plesiosauriern (*Ples. brachycephalus, dolichodeirus, Guilelmi* IMP. u. a.) noch als gesonderte Knochen zwischen den Prämaxillen und Frontalia auftreten. Andererseits ist bei dem später zu beschreibenden *Plios. grandis* ein gesondertes Nasale vorhanden.

Dagegen stellt der außen von dem Lacrymale und der Orbita, innen vom Frontale (und Nasale?) und hinten vom Postfrontale begrenzte große, dünne Knochen zweifellos ein Praefontale dar. Als Supraorbitale ist er in dieser Größe und Begrenzung nicht denkbar.

Vergleichen wir die Umgrenzung der Orbita bei den langschnauzigen Plesiosauriern mit der bei den Ichthyosauriern, so fällt sofort die vollständige Uebereinstimmung der angrenzenden Knochen auf. Bei beiden Gruppen treten die Prae- und Postfrontalia zusammen und schließen die Frontalia von der Begrenzung der Orbita aus, die dadurch weit nach der Seite verschoben wird. Und es ist wohl

nicht unwahrscheinlich, daß dieselbe Ursache, die bei den Ichthyosauriern die außerordentliche Längenentwicklung der Nasalia bewirkt hat, bei den langschnauzigen Plesiosauriern ein Zusammentreten der stark verlängerten Prämaxillen mit den Parietalia und ein Verdrängen der Frontalia von der Mittellinie der Oberseite des Schädels zur Folge gehabt hat. Bei den kurzschnauzigen Plesiosauriern sind die Frontalia noch median vereinigt.

Das Lacrymale ist ein langer Knochen, der vorn und hinten etwas verbreitert ist und die Orbita zusammen mit dem Jugale von außen begrenzt. Vorn ist die Naht mit dem Maxillare nicht ganz klar, sie kann aber nicht viel von der in der Zeichnung angegebenen verschieden sein. Außen läuft sie in geringer Entfernung dem Außenrand des Maxillare parallel, um nach $^2/_3$ der Orbitalänge rechtwinklig umzubiegen und geradlinig an das Jugale zu stoßen. Der Innenrand ist in der Mitte scharfkantig, vorn und hinten gerundet. Nach außen wird der Knochen rasch dicker und bildet so eine schwach konkave Decke für die Orbita.

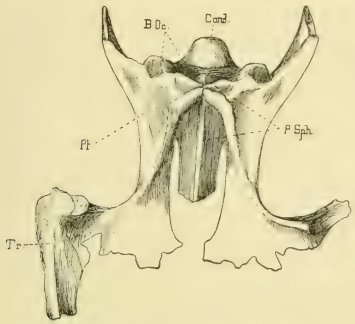


Fig. 5. *Peloneustes philarchus.* Hinterhaupt von unten. $^1/_3$ nat. Gr.

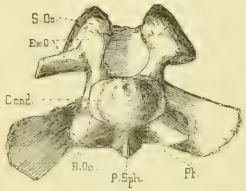


Fig. 6. *Peloneustes philarchus.* Gelenkteil des Schädels von hinten. $^1/_3$ nat. Gr.

Das Jugale schiebt sich als breiter Knochen zwischen Lacrymale, Squamosum und Maxillare ein, an erstere mit geraden, senkrecht zur Längsrichtung des Schädels gerichteten Suturen grenzend. Nach innen überdeckt es mit seinem etwas verbreiterten hinteren Teil flügelartig das Postorbitale, durch das es von der Umgrenzung des Schläfendurchbruchs getrennt wird.

Die Brücke zwischen Orbita und Schläfendurchbruch wird vom Postorbitale und Postfrontale gebildet, deren Grenzen sehr klar sind.

Das Postorbitale ist ein dreieckiger Knochen, dessen kleinere, orbitale Seite scharfkantig ist, während die längere temporale Seite verdickt und konkav gebogen ist.

Das Postfrontale ist bei keinem der Schädel erhalten, doch sind seine Grenzen recht gut zu verfolgen. Sein Hinterrand bildet mit konkaver Krümmung einen Teil der vorderen Umgrenzung der Schläfengrube und vereinigt sich innen mit dem Parietale. Die Sutur damit steigt vom inneren Winkel des Schläfendurchbruchs nach innen-oben und wendet sich dann nach vorn-außen. Weiterhin grenzt es an das Frontale und Praefrontale und bildet dann die innere hintere Begrenzung der Orbita.

Die Orbitae sind große, längsovale Oeffnungen, die durch einen Scleroticalring eingeengt werden. Dieser besteht aus einer Anzahl von Plättchen, die sehr innig miteinander verwachsen sind und sich der Wölbung des Auges anschmiegen, so daß die einzelnen Plättchen auch in der Längsrichtung schwach

gewölbt sind. Sie sind am Außenrand sehr dünn und gekerbt und werden nach innen zu allmählich dicker, um sich kurz vor dem Innenrand wieder messerartig zuzuschärfen. Merkwürdig ist die sehr verschiedene Größe der Plättchen, die durch das Wachstum bedingt wird. Dieses erfolgt so, daß sich von oben her Knochenschüppchen auflegen, die den Innenrand der darunter liegenden Plättchen nicht erreichen, am Außenrand jedoch über sie hinauswachsen. Der größte Durchmesser des Ringes beträgt ca. 9 cm, derjenige der Pupille 3,5 cm. — Es ist dies meines Wissens erst der 4. Fall, daß Scleroticalringe bei Plesiosauriern beobachtet werden. Owen [1]) erwähnt von dem liassischen *Plesiosaurus dolichodeirus*, daß „in both orbits some of the thin sclerotic plates of the eyeball are preserved", und Williston [2]) kennt ihn bei den cretacischen *Cimoliosaurus Snowii* und *Dolichorhynchops (Trinacromerum) Osborni*.

Die Parietalia sind innig miteinander verwachsen. Sie bilden die hohe, oben scharfkantige Scheidewand zwischen den Schläfengruben und umschließen das 3 cm lange, 1,3 cm breite Parietalforamen. Ihre Form und Grenzen vor dem Parietalforamen sind bereits beschrieben worden. Seitlich senkt sich der Knochen tief herab und tritt durch die Columella (Epipterygoid) mit dem Pterygoid in Verbindung. Hinter der Columella steigt der Hinterrand des Parietale mit stark konkaver Krümmung nach oben und verbreitert sich gleichzeitig ziemlich stark. Es erreicht jedoch den Hinterrand des Schädels nicht, sondern wird durch die median zusammentretenden oberen Aeste der Squamosa davon ausgeschlossen.

Dieser Aufbau des Hinterrandes weicht von dem ab, was Andrews bei *Peloneustes* und auch bei *Pliosaurus* beobachtet hat, stimmt jedoch vollkommen mit der Ausbildung bei *Dolichorhynchops Osborni* [3]) überein. Auch Beobachtungen, die ich an *Pliosaurus*-Schädeln machen konnte, bestätigen die Richtigkeit dieser Auffassung. Danach wird die hintere Begrenzung des Schädeldaches allein von Squamosum und Quadratum gebildet, und die Naht mit dem Parietale verläuft vom hinteren inneren Winkel der Schläfengrube, da, wo sich dessen Hinter- und Innenrand in einer schwach ausgeprägten Ecke treffen, schief nach hinten-oben, um in geringer Entfernung vom Hinterrand die Mediane zu erreichen. — Dagegen konnte ich eine Zerlegung des Squamosums in ein oberes Supramastoideum und ein unteres Supratemporale, wie es Cope von *Cimoliosaurus Snowii* berichtet, nicht feststellen [4]). Der ganze Knochen macht einen durchaus einheitlichen Eindruck.

Das kräftige Squamosum hat die gewöhnliche dreiflügelige Form. Der obere Flügel ist schmal, aber hoch und vereinigt sich median mit dem der anderen Seite in einer zurückspringenden Ecke. Er trägt an der Hinterseite einen langgestreckten, aufgerauhten Muskelansatz. Der breite, aber dünne vordere Ast bildet zusammen mit dem oberen Flügel die hintere und halbe äußere Umrahmung der Schläfengrube und tritt innen mit dem Postorbitale, vorn mit dem Jugale und außen wahrscheinlich mit dem Maxillare in Verbindung. Der breite untere Teil ist sehr kräftig und trägt das Quadratum, das jedoch bei keinem Exemplar vollständig erhalten ist. Seine Sutur greift auf der Außenseite zapfenartig weit am Squamosum hinauf, während sie auf der Innenseite im Halbkreis, mit der Oeffnung nach oben, verläuft. Da, wo sich die seitliche Verlängerung des Exoccipitale (Paroccipitalfortsatz) an das Squamosum anlegt, ist eine scharf umgrenzte, dreieckige Grube vorhanden. Ein Quadratojugale ist nicht festzustellen.

1) R. Owen, Monograph of the fossil Reptilia, Sauropterygia. Palaeontographical Society. 1863. pag. 10.
2) S. W. Williston, North American Plesiosaurs. 1903. pag. 19.
3) Williston, l. c. pag. 19 ff.
4) E. D. Cope, On the structure of the skull in the Plesiosaurian Reptilia. Proc. Amer. Philos. Soc. Vol. 33. pag. 109 ff.

Die Unterseite des Schädels ist bei beiden Exemplaren nur im hinteren Teil gut erhalten.

Die Prämaxillen bilden die Schnauzenspitze bis dicht hinter den 6. Zahn, von dem sich die Sutur mit den Maxillen erst 2 cm weit nach hinten-innen wendet. Sie biegen dann scharf nach vorn um und laufen einander parallel, zwischen sich nur einen kaum 1 cm breiten Raum für den Vomer freilassend, der vorn gerade abschneidet. Die größte Länge der Prämaxillen auf der Gaumenseite beträgt 14 cm. Auf der inneren Seite der Alveolen läuft eine Grube entlang, die selbst wieder Vertiefungen aufweist. Sie setzt sich auf den Maxillen fort, ist aber an der Grenze der beiden Knochen auf eine Entfernung von 3 cm unterbrochen.

Die Maxillen bilden auf der Gaumenseite nur einen verhältnismäßig schmalen Streifen, der an der breitesten Stelle, 13,5 cm hinter der Grenze mit den Prämaxillen, 4 cm breit ist. Von da ab werden sie ganz allmählich schmäler. Sie stoßen innen mit sehr schwach konkaver Sutur zuerst an den Vomer, bilden dann die äußere Umgrenzung zweier kleiner Foramina zwischen Vomer und Maxillen und biegen hinter diesen nach außen ab. Sie grenzen noch bis zu den Nasenöffnungen an den Vomer, von da ab an die Palatina, die aber fehlen. Der hinterste Teil der Maxillen wird innen vom Transversum begrenzt.

Die vordere Begrenzung des Vomers wurde bereits erwähnt. Er umschließt mit den Maxillen jene Foramina und verbreitert sich dann rasch, um die inneren Nasenöffnungen von innen zu begrenzen. Die Sutur mit den Pterygoiden ist unklar, sie wird jedoch ähnlich wie bei dem später zu beschreibenden Stuttgarter Schädel verlaufen sein. Eine mediane Naht ist nicht vorhanden.

Die Pterygoidea bilden den größten Teil des Gaumens. Ihr langer, vorderer Fortsatz nimmt die Mitte des Gaumens ein und grenzt vorn an den Vomer, ohne sich beträchtlich zu verschmälern. Der mediane Zusammenschluß dieser dünnen und flachen Fortsätze ist ein sehr lockerer, doch kommt es nicht mehr zur Ausbildung eines eigentlichen Foramens. Dagegen ist der bei allen Plesiosauriern zu beachtende, von ANDREWS als posterior palatin vacuity bezeichnete Durchbruch auch hier vorhanden. Noch vor diesem Gaumendurchbruch entsendet das Pterygoid einen seitlichen Fortsatz, der durch das Transversum mit dem Maxillare in Verbindung tritt. Der dünne Vorderrand dieses Fortsatzes ist zu einer Naht für das Palatinum ausgezackt und steht senkrecht zur Längsrichtung des Schädels. Der Hinterrand ist nach unten umgebogen und gerundet, so daß eine L-förmige Ansatzfläche für das Transversum entsteht. Er geht mit halbkreisförmiger Krümmung in den Seitenrand des hinteren Flügels über. Hinter dem seitlichen Flügel ist der Außenrand des Knochens senkrecht aufgebogen. Er ist sehr hoch und kräftig und erhebt sich von der Fläche des äußeren Flügels mit stark konkaver Krümmung zur Columella (Epipterygoid), die jedoch keine Spur einer Trennung vom Pterygoid zeigt. Es ist ein dünnes, breites Knöchelchen, das sich an seinem oberen Ende fächerförmig ausbreitet und sich von der Seite an das Parietale anlegt. Hinter der Columella wendet sich dieser obere Teil des Knochens allmählich nach außen und bildet den hinteren Fortsatz des Pterygoids zur Verbindung mit dem Quadratum, der gegen das distale Ende noch höher wird, aber dünn ist und ebenfalls nahezu senkrecht steht. — Die Unterseite des Pterygoids bildet erst die Umrahmung des langgezogenen Gaumendurchbruchs und vereinigt sich dann mit dem Pterygoid der anderen Seite. Die Vereinigung ist jedoch nur sehr kurz, kaum 1 cm lang, und die Knochen sind an jener Stelle sehr dünn, so daß das Parasphenoid auch hinter der Sutur sichtbar bleibt. Der Hinterrand des Pterygoids ist zuerst konkav, dann konvex und geht schließlich mit konkaver Krümmung in den hinteren Fortsatz über. Vom Hinterrand des

seitlichen Flügels läuft ein Grat auf die mediane Sutur zu und verursacht eine Aufbiegung und Verdickung des Knochens an der hinteren Umrahmung des Gaumendurchbruchs.

In der Tiefe des Gaumendurchbruchs wird das Parasphenoid sichtbar, das wie bei *Thaumatosaurus victor* eine mediane Kante bildet, von der die Seitenflächen schief nach oben steigen. Vorn schiebt es sich keilförmig auf kurze Entfernung zwischen die vorderen Flügel der Pterygoide. Es ist auch von hinten auf der Unterseite des Basioccipitale zwischen dessen seitlichen Fortsätzen als keilförmiger Knochen sichtbar, tritt jedoch um 1,2 cm hinter die Hinterflächen jener Fortsätze zurück.

Der Raum zwischen Pterygoid und Maxillare wird vom Palatinum, das die hintere Begrenzung der inneren Nasenlöcher bildet, und vom Transversum eingenommen. Beide Knochen sind nicht oder nur in Bruchstücken erhalten und geben keine Anhaltspunkte für ihre gegenseitige Begrenzung. Vom Transversum ist die Sutur mit dem Pterygoid erhalten. Diese kreuzt zuerst einen nach unten und außen schauenden, ovalen Vorsprung am Hinterrande des seitlichen Pterygoidflügels, der also zu gleichen Teilen vom Pterygoid und Transversum gebildet wird, wendet sich dann nach außen und kehrt mit konvexer Krümmung zum Vorderrand des seitlichen Flügels zurück, der in derselben Entfernung von der Mitte wie der Hinterrand geschnitten wird. Es ist anzunehmen, daß sich wie bei dem später zu beschreibenden Stuttgarter Schädel das Transversum noch eine kurze Strecke weit zwischen Palatinum und Maxillare nach vorn erstreckt.

Vom Hinterhaupt ist nur das Basioccipitale für eine Beschreibung zu verwerten. Es bildet allein den scharf abgesetzten, querovalen und stark konvexen Condylus occipitalis, der nahe am oberen Rand ein tief eingesenktes Foramen trägt, das den ehemaligen Durchtritt des Chordastranges anzeigt. Die sehr kräftigen seitlichen Fortsätze sind schräg nach unten gerichtet und distal durch eine senkrecht stehende Fläche und eine schräg nach innen geneigte, vertiefte Fläche abgeschnitten. Zwischen diesen beiden Fortsätzen ist unten die senkrecht abfallende Hinterseite des Parasphenoids sichtbar.

Exoccipitale und Supraoccipitale sind innig miteinander verwachsen. Erstere, oder vielmehr die damit verwachsenen Opistothica tragen lange, gerundet-dreiseitige Fortsätze (paroccipital process nach Andrews), die sich in die bereits erwähnten dreiseitigen Facetten auf der Innenseite des Squamosums anlegen.

Die Maße, die sich auf den besser erhaltenen, für sich montierten Schädel beziehen, sind folgende:

Oberseite:

Länge des Schädels in der Mediane	68	cm
Dieselbe Länge bei dem zum montierten Skelett gehörenden Schädel	73,5	„
Entfernung der Nasenöffnungen von der Schnauzenspitze	35	„
„ des Parietalforamens von der Schnauzenspitze	51	„
Länge der Prämaxillen	43,1	„
Größte Breite derselben am 4. Zahn	6,6	„
Schmalste Stelle zwischen den Nasenöffnungen	2,5	„
Länge der Maxillen	44	„
Größte Breite der Maxillen	5,7	„
Länge des Parietale vor dem Parietalforamen	7,9	„
„ „ Frontale (+ Nasale) etwa	15	„
Breite des Frontale hinten	1,5	„

Länge des Praefrontale	7,5 cm
Breite „ „	3,5 „
Länge des Lacrymale	8,6 „
Breite „ „ vorn	3,4 „
„ „ „ hinten	1,8 „
Länge des Jugale	8 „
Größte Breite des Jugale	4,2 „
Länge des Postorbitale	6,8 „
Größte Breite des Postorbitale	2,5 „
Länge der Orbita	8,7 „
Breite „ „	4,8 „
Breite des Squamosums hinten	16 „
„ „ „ unten	7 „
Länge des Squamosums seitlich	13,5 „
Höhe des Quadratums	8,5 „
Breite „ „	3,5 „

Unterseite:

Entfernung des Condylus von der Schnauzenspitze	57,5 cm
„ der Nasenöffnungen von der Schnauzenspitze	32,8 „
„ „ „ voneinander	3,2 „
Länge des Praemaxillare	14 „
„ des Vomer	28,5 „
Größte Breite des Vomer	4 „
Schmalste Stelle des Vomer	0,6 „
Länge des Pterygoids vom Gaumendurchbruch an	20,3 „
Größte Breite der vorderen Flügel	7,6 „
Schmalste Stelle der vorderen Flügel	4 „
Breite der Pterygoide zwischen den seitlichen Flügeln	15 „
„ des Condylus bei dem zum montierten Skelett gehörenden Schädel	4,4 „
Höhe des Condylus	3,8 „
Entfernung zwischen den seitlichen Fortsätzen des Basioccipitale	8,3 „

Der Unterkiefer.

Textabbild. 7—9.

Bei beiden Schädeln sind die Unterkiefer recht gut erhalten und lassen alle Knochennähte deutlich erkennen.

Die kräftigen, hinten weit ausladenden Kieferäste vereinigen sich vorn in einer langen, etwa $^1/_3$ der ganzen Kieferlänge betragenden Symphyse, die fast in ihrer ganzen Länge gleich breit und vorn abgerundet ist. In der hinteren Symphysengegend ist der Unterkiefer am schmalsten und von halbkreisförmigem Querschnitt, seine größte Breite erreicht er wenig vor der Mitte der Symphyse, wo er um 2,3 cm breiter ist als an der schmalsten Stelle. Auf der Unterseite ist der Schnauzenteil durch Grübchen

und Linien skulpturiert, auf der Oberseite erhebt sich median zwischen zwei tiefen Rillen ein im hinteren Teil etwa 1,5 cm breiter, nach vorn spitz zulaufender Grat, der um durchschnittlich 0,8 cm höher ist als die äußeren Alveolarränder. Die etwas nach außen geneigten Kieferäste bilden einen ganz niederen Kronfortsatz. Ihr Querschnitt gleicht einem sehr spitzen Keil, dessen Basis die Alveolen trägt. Sie sind hinten am schmalsten, nach vorn werden sie allmählich breiter und niederer. Zwischen Kronfortsatz und Gelenk ist die Oberkante verbreitert und flach muldenförmig ausgehöhlt. Die Gelenkfläche ist nach vorn konkav gekrümmt, quer stark verbreitert und tief ausgehöhlt; ihre vorspringenden Ränder sind scharfkantig. Hinter der Gelenkfläche ist der Knochen oben abgeflacht und gleichmäßig verbreitert und bildet einen ziemlich langen Gelenkfortsatz.

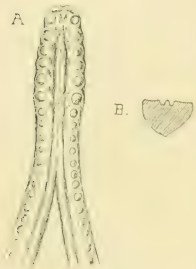


Fig. 7. *Peloneustes philarchus.* Symphyse des Unterkiefers. A von oben, B Querschnitt an der breitesten Stelle. $^1/_6$ nat. Gr.

Die vordere Hälfte der Außenseite des Kiefers wird allein vom Dentale gebildet, das bis auf die Höhe des Kronfortsatzes zurückreicht und dann rechtwinklig zum Oberrand absetzt. Von der Mitte des Kiefers an bildet das Angulare dessen Unterrand, indem es von der Innenseite auf die Außenseite übergreift. Es reicht bis dicht unter das Gelenk hinauf und deckt den Gelenkfortsatz von unten. Der hintere obere Teil des Kiefers wird vom Supraangulare und Articulare gebildet, die nur bei dem rechten Kieferast des zum montierten Skelett gehörenden Unterkiefers getrennt sind, sonst innig miteinander verwachsen sind. Die Naht zwischen den beiden Knochen verläuft dort in geringer Entfernung vor dem Gelenk vorbei schräg nach vorn- unten zum Angulare bezw. Praearticulare. Anscheinend erlitt das Tier in jugendlichem Alter einen Bruch des Kieferastes, der gerade an der Grenze der noch unverwachsenen

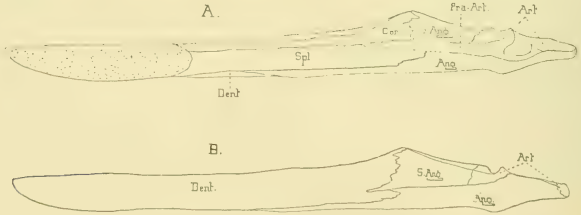


Fig. 8. *Peloneustes philarchus.* A rechter Unterkieferast von innen, B linker Unterkieferast von außen. $^1/_6$ nat. Gr.

Supraangulare und Articulare erfolgte. Später heilte dieser Bruch wieder aus, doch kam es nicht mehr zu einer vollständigen Verwachsung der beiden Knochen. Außerdem stellte sich eine starke Wucherung der Knochensubstanz ein, die eine krankhafte Verdickung des Articulare unterhalb jener Naht herbeiführte. — Eine Trennung von Supraangulare und Articulare ist bei den Pliosauriern nicht die Regel, und ich konnte sie auch sonst nirgends beobachten. — Die Innenseite des Kiefers zeigt interessante Verhältnisse. Den unteren hinteren Teil bildet das Angulare, das als schmaler Streifen zwischen Dentale und Spleniale bis etwa 5 cm vor den Beginn der Symphyse vorreicht. Dann schiebt sich zwischen

Angulare und Supraangulare und Articulare ein schmaler Knochen ein, dessen Grenzen oben und unten sehr deutlich sind. Vorn erstreckt er sich anscheinend zwischen Spleniale und Coronoideum noch ziemlich weit nach vorn. Hinten ist seine Grenze nicht zu sehen. Er ist nach Williston[1]) als Praearticulare zu bezeichnen. Den Oberrand des Kiefers bildet vom Kronfortsatz an ein langer, schmaler, spanförmiger Knochen, das Coronoideum, das am Kronfortsatz seine größte Höhe erreicht und mit senkrechter, verzackter Sutur an das Supraangulare und Articulare stößt. Vorn wird es noch in die Symphyse eingezogen. Seine Grenze mit dem Dentale liegt gerade auf der inneren oberen Kante des Kiefers. Den Abschluß bildet ein langes und breites Spleniale, das bis unter den Kronfortsatz zurückreicht und unten vom Dentale und Angulare, oben vom Coronoideum und Praearticulare begrenzt wird.

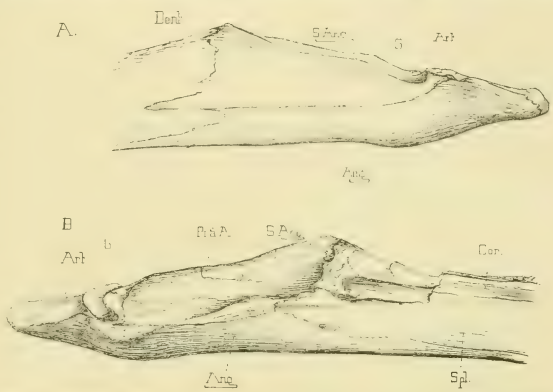


Fig. 9. *Peloneustes philarchus.* Gelenkteil des Unterkiefers. A linker Kieferast von außen, B linker Kieferast von innen. $^1/_3$ nat. Gr.

Die Masse der Unterkiefer ergeben:

	Zum Schädel gehörend	Zum montierten Skelett gehörend
Gesamtlänge des Kieferastes	75,5 cm	80,0 cm
Länge der Symphyse	25,0 „	25,5 „
Größte Breite der Symphyse	7,3 „	7,0 „
Schmalste Stelle der Symphyse	5,1 „	5,5 „
Größte Breite des Kiefers zwischen den äußeren Rändern der Gelenke	27,0 „	—
Höhe des Kiefers am hinteren Ende der Symphyse	4,5 „	5,0 „
Höhe des Kiefers am Kronfortsatz	7,7 „	9,1 „
„ „ „ in der Gelenkfläche	3.6 „	—
Länge der Gelenkfläche	3,3 „	—
Breite „ „	5,5 „	—
Länge des Gelenkfortsatzes	5,5 „	—
Breite „ „	3,8 „	—

1) S. W. Williston, North American Plesiosaurs. 1903. pag. 30.

	Zum Schädel gehörend	Zum montierten Skelett gehörend
Länge des Dentale	50 cm	—
„ „ Angulare	46,5 „	—
„ „ Spleniale (bis zur Symphyse)	31 „	—
„ „ Supraangulare und Articulare	27 „	—

Die Bezahnung.

In jeder Kieferhälfte des Oberkiefers stehen 33—34 Zähne, von denen je 6 auf das Praemaxillare entfallen. Der erste Zahn ist sehr klein, der zweite, dritte und sechste sind größer, erreichen jedoch nicht die Größe des vierten und fünften Zahnes. Der erste Zahn in den Maxillen ist wieder klein, die Zähne nehmen dann bis zum siebenten Zahn an Größe zu, um von da ab wieder ganz allmählich kleiner zu werden. Die kleinsten Zähne stehen bei allen Plesiosauriern dicht gedrängt hinten im Rachen. Zwischen dem letzten Zahn des Praemaxillare und dem ersten Zahn des Maxillare ist ein 2 cm langes Diastema ausgebildet. Im Unterkiefer dagegen stehen jederseits 36 Zähne. Hiervon sind bei dem zum montierten Skelett gehörenden Unterkiefer 14—15 in die Symphyse zu rechnen, während bei dem anderen Unterkiefer nur 12 Zähne auf die Symphyse entfallen. Die ersten 6 Zähne sind groß und kräftig, während die übrigen ganz allmählich kleiner werden. Sie sind alle etwas nach außen geneigt, in der Symphysengegend stärker als in den freien Aesten.

Die Zähne selbst sind im Vergleich mit den Zähnen von *Pliosaurus* klein zu nennen. Ihre kräftige, schmelzbedeckte Krone ist schwach gekrümmt und wendet die konvexe Seite nach außen, nur die kleine Krone der letzten Zähne ist stark hakenförmig gebogen und recht plump. Sie ist im Querschnitt kreisrund und wird an der Basis von zahlreichen Schmelzleisten bedeckt — bei einem größeren Oberkieferzahn konnte ich etwa 40 Leisten zählen — die auf der Innenseite dicht gedrängt stehen, während sie außen recht spärlich sind. Von diesen erreichen jedoch nur 3—4 die Spitze, und zwar läuft auf den Seiten je eine Leiste bis zu der Spitze hinauf und bewirkt so eine Art Kantenbildung. Einige weitere überschreiten die halbe Höhe, die meisten Schmelzleisten sind jedoch auf das untere Drittel des Schmelzbelages beschränkt. Es wechseln so längere und kürzere Leisten miteinander ab. Die Länge der schmelzbedeckten Krone eines größeren Zahnes beträgt 3,7 cm, seine Dicke an der Basis 1,4 cm.

Die Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule liegt nahezu vollständig vor, nur die beiden ersten Halswirbel und einige hintere Schwanzwirbel fehlen. Die Länge der ganzen Wirbelsäule, die aus 61 Wirbeln besteht, beträgt 3,20 m. Hiervon entfallen auf den Hals, ohne Atlas und Epistropheus, 17 Wirbel mit einer Länge von 0,70 m, auf die Pectoralgegend 5 Wirbel mit 0,25 m Länge, auf den Rücken 20 Wirbel mit 1,31 m Länge, auf die Sacralgegend 2 Wirbel mit 0,125 m Länge und endlich auf den Schwanz 17 Wirbel mit zusammen 0,80 m, Länge. Hals, Rücken und Schwanz enthalten also ungefähr gleich viel Wirbel, doch übertrifft die Länge des Rumpfes diejenige des Halses um die Hälfte.

Die Halswirbel.

Taf. I [XXXIII], Fig. 2, 3; Taf. II [XXXIV], Fig. 5.

Die gedrungenen Halswirbel nehmen nur ganz allmählich an Größe zu. Ihre Wirbelkörper sind durchweg breiter als lang, und zwar beträgt die Länge des Zentrums beim 5. Halswirbel etwa

$^3/_4$ der größten Breite. Die sehr flachen, schwach konzentrisch gerieften Artikulationsflächen zeigen in der Mitte eine deutliche chordale Vertiefung. In der vorderen Halsregion sind sie abgerundet-viereckig und werden nach hinten zu kreisrund; oben werden sie durch den Neuralkanal eben abgeschnitten. Nach den Seiten bilden die Artikulationsflächen scharfe, vorstehende Kanten, zwischen denen die Seitenflächen eben sind. Die Ansatzflächen für die Halsrippen nehmen bei den 4 ersten Halswirbeln fast die ganze Breite des Wirbelkörpers ein, nach hinten zu rücken sie dicht an den Hinterrand und lassen zwischen dem Vorderrand einen schmalen Zwischenraum frei. Sie sind rundlich, mit scharfen, vorstehenden Rändern versehen und sind beim 13. Halswirbel 3 cm hoch und 2,5 cm breit. Sie werden durch eine horizontal stehende, scharf ausgeprägte Furche in zwei annähernd gleiche Hälften geteilt. Bemerkenswert ist, daß beim letzten Halswirbel die Rippenansatzfläche noch sehr deutlich zweigeteilt ist, während beim 1. Pectoralwirbel davon keine Spur mehr zu beobachten ist. Auf der Unterseite des Wirbelkörpers trennt ein kräftiger, hoher Wulst zwei Gefäßlöcher. Der Wulst wird in der hinteren Halsregion schärfer ausgeprägt, und die beiden Gefäßlöcher werden längsoval. Zwischen dem Wulst und den vorstehenden Rippenansatzstellen ist die Unterseite eben und besonders in der hinteren Halsregion stark aufgerauht. Die oberen Bogen sind nur locker mit den Körpern verbunden, so daß die Suturen deutlich sichtbar bleiben. Der Neuralkanal ist ziemlich hoch, der Boden desselben eben, am Vorder- und Hinterrand gerauht und wird an den Seiten von zwei längsovalen Gefäßlöchern durchbohrt. Die Artikulationsflächen der Zygapophysen sind eben zu nennen und stehen horizontal, nur bei den ersten 6—7 Wirbeln schauen sie etwas nach innen bzw. außen. Die Dornfortsätze sind hoch und nehmen nach hinten ganz gleichmäßig an Höhe zu. In der mittleren Halsregion ist die Höhe der Dornfortsätze von den Zygapophysen an gleich der Höhe der Wirbelkörper bis zu den Zygapophysen. Sie sind dort recht breit, aber dünn, und sind oben halbkreisförmig abgeschnitten. Ihr Vorder- und Hinterrand sind einander parallel. Dagegen sind die Dornfortsätze der vorderen Halswirbel oben beträchtlich schmäler als unten, was durch eine starke Neigung der Vorderkante nach hinten hervorgerufen wird. Bei den ganz flachen, etwas nach hinten geneigten Dornfortsätzen der letzten Halswirbel ist die Hinterkante oben durch eine steilstehende Kante abgeschnitten und kräftig längsgerieft.

Die Halsrippen sind sehr rudimentär und stellen kurze, plumpe Knochen dar, die sich rasch abflachen und am distalen Ende nach vorn und hinten schwach flügelartig ausgezogen sind. Anfangs ist der vordere Flügel der größere, dann aber wird der hintere größer. Die Rippen sind nach hinten-unten gerichtet. Bei einigen mittleren Halswirbeln sind die linken Rippen sonderbar verdickt und aufgerauht, während die rechten normal entwickelt sind.

Die Maße einiger Halswirbel sind folgende:

	fünfter	elfter	letzter
Länge des Wirbelkörpers unten	3,2 cm	3,7 cm	4,2 cm
Breite desselben an der hinteren Artikulationsfläche	5,2 „	6,4 „	7,3 „
Höhe an der hinteren Artikulationsfläche	5,2 „	5,7 „	6,7 „
Gesamthöhe des Wirbels	13,3 „	16,2 „	17,0 „
Höhe des Dornfortsatzes von den Präzygapophysen an	4,6 „	8,3 „	9,8 „
Breite des Dornfortsatzes in der Mitte	2,1 „	3,0 „	3,4 „
Länge der Rippen	3,0 „	—	—

Die Pectoralwirbel.

Taf. I [XXXIII], Fig. 3.

Es sind 5 Wirbel vorhanden, die den Uebergang vom Hals in den Rumpf vermitteln, indem die Ansatzflächen für die Rippen allmählich vom Zentrum bis an die oberen Bogen hinaufrücken. Die Zentren werden allmählich länger, die Dornfortsätze breiter und höher. Auf der Unterseite der Wirbelkörper verschwindet der Wulst, sie wird zwischen den scharfen, aber wenig vorstehenden Rändern der Artikulationsflächen fast eben; die Gefäßlöcher rücken weit auseinander. Seitlich dagegen stehen die Ränder stark hervor, und die Seitenflächen sind zwischen ihnen stark konkav. Die Facetten für die Rippen zeigen keine Spur einer Zweiteilung mehr, sie sind bei den ersten Pectoralwirbeln noch rundlich und werden dann elliptisch, wobei sie senkrecht stehen. Bei den beiden letzten Pectoralwirbeln bilden sich Pleurapophysen aus, von denen die des letzten Wirbels schon doppelt so lang sind wie die vorhergehenden.

Die Maßangaben habe ich zu jenen der Rückenwirbel gestellt.

Die Rückenwirbel.

Taf. I [XXXIII], Fig. 4a, b, c.

Bei den Rückenwirbeln haben die Wirbelkörper an Länge zugenommen, und ihre Artikulationsflächen sind fast eben geworden. An diesen ist zentral eine querstehende, kleine chordale Vertiefung zu beobachten, unter der eine warzenförmige Erhebung vorspringt. Die Seitenflächen sind zwischen den stark vorspringenden Rändern der Artikulationsflächen fast eben, während die Unterseite schwach konkav erscheint. Letztere ist zwischen zwei kleinen, weit voneinander entfernt stehenden Gefäßlöchern abgeflacht. Unterseite und Seitenflächen sind dicht an den Rändern der Artikulationsflächen schwach aufgerauht. Die oberen Bogen sind durchweg fest mit den Zentren verwachsen, lassen jedoch, besonders bei den letzten Rückenwirbeln, die Verwachsungsnaht noch erkennen. Sie nehmen nahezu die ganze Länge des Wirbelkörpers ein und umschließen den kreisrunden, in seiner ganzen Länge gleich weiten Neuralkanal, dessen Boden von hinten nach vorn eben ist. Die Zygapophysen sind im Vergleich mit denen in der hinteren Halsregion schwach entwickelt und richten ihre Flächen nach unten und wenig nach hinten-außen. Die Pleurapophysen sind kurz. Sie erreichen ihre größte Länge beim 7. oder 8. Rückenwirbel und werden nach hinten zu rasch kürzer und dicker und erscheinen stummelförmig. In der vorderen Rückengegend sind sie von oben nach unten abgeflacht, quer verbreitert und distal zu einer schwach konkaven Facette verdickt. Die Dornfortsätze sind alle abgebrochen, aus den Stummeln läßt sich schließen, daß sie sehr breit, aber dünn gewesen sind.

Die Maße einiger Pectoral- und Rückenwirbel ergeben folgendes:

	Pectoralwirbel		Rückenwirbel	
	2.	4.	5.	15.
Länge des Wirbelkörpers unten	4,3 cm	5,3 cm	5,5 cm	6,5 cm
Breite an der hinteren Artikulationsfläche	7,1 „	7,1 „	7,6 „	7,6 „
Höhe an der hinteren Artikulationsfläche	6,3 „	6,2 „	6,8 „	7,4 „
Gesamthöhe des Wirbels	18,3 „	—	—	—
Höhe des Dornfortsatzes von den Präzygapophysen an	10,2 „	—	—	—
Breite des Dornfortsatzes in der Mitte	3,7 „	—	—	—
Länge der Querfortsätze	—	3 „	5 „	—

Die Sacralwirbel.

Textabb. 10.

Die beiden Sacralwirbel unterscheiden sich von den hinteren Rückenwirbeln nur durch ihre eigentümlich umgestalteten Rippen. Diese sind proximal verdickt und tragen zwei Facetten für den Ansatz an den Wirbelkörper. Diese beiden Facetten bilden miteinander einen Winkel von 115° und sind etwas ausgehöhlt. Ihre relative Größe zueinander ist bei den 4 Rippen verschieden, im all-

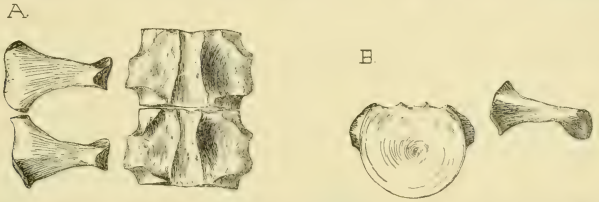


Fig. 10. *Peloneustes philarchus.* Sacralwirbel und -Rippen. A von oben, B von vorn. $^1/_3$ nat. Gr.

gemeinen ist die obere die größere; jene setzt sich an den oberen Bogen, diese an den Wirbelkörper an. Distal verbreitern sich die wie ein kleines Ileum aussehenden Rippen beträchtlich, und zwar so, daß sie sich beiderseits einen Flügel zukehren, die sich dann mit kleinen, abgeflachten Flächen treffen, ohne jedoch miteinander zu verwachsen. Sie umschließen dadurch einen Raum, der einem sphärischen Dreieck gleicht. Der Vorderrand der 1. und der Hinterrand der 2. Rippe sind dann einander nahezu parallel. Das distal verbreiterte Ende der 1. Rippe ist nach unten gebogen und stark aufgerauht, während bei der 2. Rippe die hintere distale Ecke etwas verdickt ist.

Die Schwanzwirbel.

Textabb. 11.

Die 17 erhaltenen Schwanzwirbel sind so stark zerdrückt, daß ihre charakteristischen Merkmale nur schwer zu sehen sind. Die Wirbelkörper werden kürzer und niedriger und sind unten etwas abgeflacht. Die Artikulationsflächen scheinen gegenüber den Rückenwirbeln stärker konkav zu sein, und gleichen darin den Halswirbeln. In der hinteren Artikulationsfläche sitzt zentral auf einer schwachen Erhöhung eine kleine runde chordale Vertiefung, die auf der vorderen Artikulationsfläche schlitzförmig ausgebildet ist, ohne daß jedoch eine Erhöhung um sie herum vorhanden wäre. Die Ansatzstellen für die Rippen sind in der vorderen Schwanzregion elliptisch und werden nach hinten zu rund. Sie sind tief ausgehöhlt, und ihre scharfkantigen Ränder stehen über die Fläche des Wirbels vor. Vom 7. Schwanzwirbel ab treten auf der Unterseite Facetten für sogenannte Chevron-Bones auf, von denen die hinteren anfänglich größer sind. Aber schon am 10. Schwanzwirbel werden sie einander gleich. Sie sind abgerundet-dreiseitig, tief ausgehöhlt und schauen nach unten-hinten bzw. vorn. Anfänglich sind die vorderen und hinteren Ansatzstellen durch wulstartige Er-

Fig. 11. *Peloneustes philarchus.* Shevronbones. A von der Seite, B, C von hinten. $^1/_3$ nat. Gr.

hebungen miteinander verbunden, zwischen denen die Unterseite des Wirbelkörpers konkav erscheint. Sie wird jedoch bei den hinteren Schwanzwirbeln, etwa vom 10. ab, in querer Richtung eben. — Die Chevron-Bones sind verhältnismäßig lange Knochenstäbe, die proximal zu einer unregelmäßigen Facette verdickt und distal schief abgeschnitten sind. Die Vorderseite ist kantig, die Hinterseite trägt eine schmale, aber tiefe Längsrinne. Die oberen Bogen sind bis auf einen abgefallen, der dann die sehr schwachen Präzygapophysen erkennen läßt. Der Boden des breiten Neuralkanals ist von vorn nach hinten konkav eingesenkt.

Die Wirbel sind zu sehr zerdrückt, als daß genaue Maßangaben gemacht werden könnten.

Die Rippen.

Textabb. 12.

Die Halsrippen sind bereits beschrieben worden.

Die Brustrippen sind dünn, aber ziemlich hoch und mäßig gebogen, so daß der Körper des Tieres breit und flach erscheint. Ihre proximale, ovale, etwas konkave Ansatzfläche steht senkrecht und ist verdickt, hinter ihr verjüngt sich der Knochen sehr rasch. Vorder- und Hinterseite tragen flache Rinnen, während sich auf der Oberkante ein scharfer Grat ausbildet, der bei den mittleren Brustrippen etwa 10 cm vom proximalen Ende entfernt nach hinten umbiegt und verschwindet, worauf dann die obere Kante der Rippe gerundet ist. Distal sind die Rippen schwach verdickt und etwas aufgerauht. — Die Rippen nehmen sehr rasch an Länge zu, so daß der Hals scharf von dem breiten Rumpf abgesetzt erscheint.

Fig. 12. *Peloneustes philarchus.* Dorsalrippe. $^1/_6$ nat. Gr.

Die Bauchrippen.

Textabb. 13.

Von den Bauchrippen, die ehemals als geschlossener Panzer den Raum zwischen dem Brust- und Beckengürtel ausfüllten, sind nur wenige, innig miteinander verwachsene Rippen vorhanden, so daß die Zahl der Stränge und der einzelnen Stücke jedes Stranges nicht festgestellt werden kann. Nach Analogie mit dem Bauchpanzer von *Cryptocleidus*[1]) gehört das einzige vorhandene Mittelstück dem letzten Querstrang mit Mittelstück an, auf den dann noch einige Querstränge folgen, die kein Mittelstück besitzen.

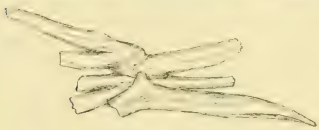


Fig. 13. *Peloneustes philarchus.* Verwachsene Bauchrippen. $^1/_6$ nat. Gr.

Das Mittelstück ist in der Mitte der Hinterseite zu einem flachen, zugespitzten Fortsatz ausgezogen, mit dem es sich von unten her auf die nachfolgenden Rippen auflegt. Es ist ein sehr kräftiger und breiter Knochen von ovalem Querschnitt, der sich außen zuspitzt und jederseits an der Vorderkante eine flache Rinne zur Vereinigung mit den ersten Seitenstücken trägt.

Die nachfolgenden ersten Seitenstücke sind je zu zweien an ihrem proximalen Ende miteinander

1) Vgl. ANDREWS, Catalogue of the Marine Reptiles of the Oxfordclay. 1910. pag. 175.

verschmolzen und greifen median so ineinander, daß eine zickzackförmige Sutur entsteht. Sie sind gerade und sehr kräftig und von rundem oder ovalem Querschnitt. An den Vorderkanten der zugespitzten distalen Enden sind ebenfalls Rinnen zur Vereinigung mit den zweiten Seitenstücken ausgebildet.

Der Brustgürtel.

Taf. I [XXXIII], Fig. 5; Textabb. 14.

Der sehr große Schultergürtel besteht aus Scapula, Interclavicula und Coracoid, die nicht miteinander verwachsen sind.

Die Scapula ist eigentümlich gebaut. Der stark verdickte Gelenkteil verengt sich hinter dem Gelenkkopf etwas, um dann in den breiten, plattenförmigen inneren Flügel überzugehen. Auf diesem etwas verschmälerten Teil zwischen Gelenkkopf und innerem Flügel setzt sich, noch auf den inneren Flügel übergreifend, mit langer, aber schmaler Basis nahe dem vorderen Rande der dorsale, äußere Flügel auf. Dieser ist außergewöhnlich lang und scheint bis zu einem gewissen Grade die gänzlich fehlenden Claviculae zu ersetzen. — Von den drei Flügeln ist der medianwärts gerichtete bei weitem der größte. Er stellt eine gleichmäßig dünne, fast quadratische Platte dar, deren Hinterrand durch eine 8 cm lange, gerade Kante zur Vereinigung mit dem Coracoid abgeschnitten ist. Dann springt die hintere Kante rechtwinklig vor und läuft mit gleichmäßiger, schwach konkaver Krümmung zum Acetabulum hin und bildet so die vordere Umgrenzung des Foramen ovale. Der hintere äußere Flügel ist, wie schon bemerkt, stark verdickt und trägt zwei rechtwinklig zueinander stehende Facetten, von denen die eine zur Vereinigung mit dem Coracoid, die andere zur Bildung des Gelenkes für den Humerus dient. Erstere ist dreieckig und durch Höcker und Vertiefungen aufgerauht, während die Gelenkfläche für den Humerus tief ausgehöhlt ist und einen halbkreisförmigen Umriß besitzt. Der Vorderrand dieses Flügels wird bald scharfkantig und geht dann mit schwach konkaver Krümmung in den Vorderrand des inneren Flügels über. 2—3 cm hinter dieser Kante setzt der lange, schmale dorsale Fortsatz mit etwa 15 cm langer Basis auf, ist nach oben und außen gerichtet und stark nach rückwärts gebogen. Er ist in seinem Verlauf ungefähr gleich breit ($5^1/_2$ cm). Seine Hinterkante ist stark verdickt, der Knochen schärft sich dann nach dem Vorderrand messerartig zu, so daß die Vorderkante ziemlich scharf ist. Auf der Unterseite dieses dorsalen Flügels entspringt nahe seiner Basis ein kräftiger Tuberkel.

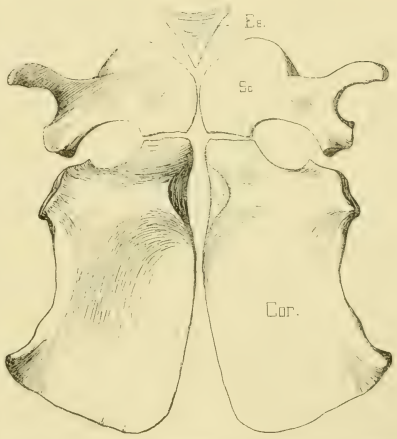


Fig. 14. *Peloneustes philarchus.* Schultergürtel von oben. $^1/_9$ nat. Gr.

Zwischen den vorderen Flügeln der Scapulae liegt eine kleine, mäßig dicke, gleichseitig-dreieckige Interclavicula (Episternum), deren Ränder schwach konkav eingebuchtet sind. Der Vorderrand

ist abgerundet, die Seitenränder sind gesägt und dienten Knorpelmassen zum Ansatz, welche die Interclavicula mit den Scapulae verbanden.

Die breiten und langgestreckten, plattenförmigen Coracoide sind in ihrem vordersten Teil verdickt, hinten jedoch gleichmäßig dünn und nur vorn durch eine kurze, aber dicke Symphyse miteinander vereinigt. Der verdickte, niedergedrückt elliptische Gelenkteil trägt zwei schwach voneinander geneigte Facetten, von denen die leicht konkave und aufgerauhte vordere Fläche mit der Scapula in Verbindung tritt. Die konkave Gelenkfläche für den Humerus ist glatt. Vom Gelenkteil läuft senkrecht zur Symphyse hinüber eine anfangs flache, dann aber hoch, breit und dick werdende Aufwölbung, welcher auf der Unterseite eine breite flache Mulde entspricht. Am Innenrand schneidet diese Aufwölbung mit einer breiten und dicken, nach oben konvexen, halbmondförmigen Fläche ab, welche die mediane Symphyse der beiden Coracoide bildet. Der scharfe Vorderrand des Knochens springt hinter dem Gelenkteil zurück und bildet mit konkaver Krümmung die hintere Umrahmung des großen und vollkommen geschlossenen Foramen ovale. Median sendet das Coracoid einen kurzen, aber breiten, dünnen Fortsatz nach vorn, welcher mit der Scapula in Verbindung tritt. Der langgestreckte und gleichmäßig breite hintere Teil des Coracoids ist eben und dünn und wird von annähernd geraden Kanten begrenzt. Nur die Außenkante ist schwach konkav eingebuchtet.

Die Maße ergeben:

Gesamtlänge	82,5 cm
Größte Breite am vorderen Ende des Acetabulums	60,0 „
Vertikaler Durchmesser des Acetabulums	6,5 „
Horizontaler Durchmesser des Acetabulums	etwa 13,0 „
Scapula:	
Länge der Scapula	20,5 cm
Breite von der Mediane bis zur Spitze des dorsalen Flügels	37,5 „
„ „ „ „ „ zum Gelenk	32,5 „
Länge des dorsalen Flügels	17,0 „
Dessen Breite	5,3 „
Interclavicula:	
Länge	11,3 cm
Breite	13,0 „
Coracoid:	
Größte Länge	61,0 cm
„ Breite vorn	32,0 „
„ „ hinten	34,0 „
Länge der Gelenkfläche	15,7 „
„ des Foramen ovale	8,9 „
Breite „ „ „	8,0 „
„ „ scapularen Fortsatzes	10,0 „

Der Beckengürtel.

Textabb. 15, 16.

Für den ebenfalls recht großen Beckengürtel ist die gewaltige plattenförmige Ausdehnung der Pubes und die langen hinteren flügelartigen Fortsätze der Ischia charakteristisch.

Die großen, plattenförmigen Pubes, deren vorderer Teil sehr dünn und deren hinterer Teil nur schwach verdickt ist, sind etwas länger als breit. Ihre Form kann am besten aus der Zeichnung verstanden werden. Der dünne und scharfe äußere Rand ist an einigen Stellen eigentümlich eingebuchtet. Der fast gerade mediane Symphysenrand ist vorn schwach verdickt und aufgerauht, die Verdickung wird im hinteren Teil etwas stärker. Der Hinterrand bildet die vordere Umrahmung des großen und querovalen, geschlossenen Foramen obturatorium und wird von ihm ziemlich tief ausgeschnitten. Innenwärts wird er durch eine aufgerauhte Facette für das Ischium gerade abgeschnitten.

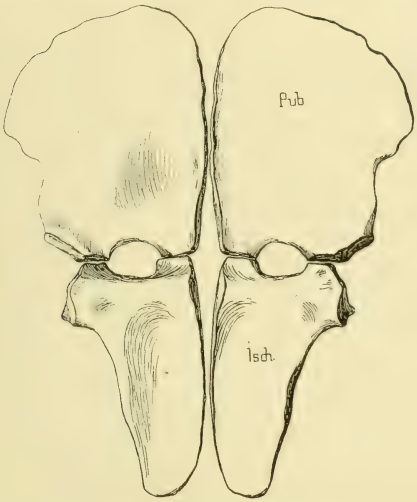


Fig. 15. *Peloneustes philarchus.* Beckengürtel von oben. $^1/_9$ nat. Gr.

Fig. 16. *Peloneustes philarchus.* Rechtes Ileum von außen. $^2/_9$ nat. Gr.

Der acetabulare Teil ist nur mäßig verdickt und trägt zwei Facetten, eine rückwärts schauende, kleinere, dreieckige für das Ischium und eine große, flach-ovale, mäßig konkave, die nach hinten-außen gerichtet ist, für das Femur. Beide hängen miteinander zusammen und sind nur ganz wenig voneinander geneigt.

Das Ischium hat die charakteristische beilförmige Gestalt und besitzt einen außerordentlich langen, dabei ziemlich schmalen hinteren Flügel. Es ist gleichmäßig dick und etwas kräftiger gebaut als das Pubis, dabei noch durch die schwach verdickten Ränder versteift. Die vordere Kante bildet die hintere Umrahmung des Foramen obturatorium. Innenwärts trägt der Vorderrand eine gerade Facette zur Vereinigung mit dem Pubis. Am verdickten Acetabularteil sind drei Facetten entwickelt: eine kleinere dreieckige vordere für das Pubis, eine große, nur schwach konkave, die nach außen und vorn gerichtet ist, für das Femur, und eine dritte, kleine, dreieckige, die nach oben außen schaut, für das Ileum. Vom Acetabulum läuft dicht hinter dem scharfen Vorderrand eine schwache Verdickung quer über den Knochen zur medianen Symphyse hinüber, wo sie sich verbreitert und eine flache Aufwölbung verursacht, hinter welcher der Knochen eine flache Mulde bildet. Die mediane Symphyse ist an jener Aufwölbung verdickt und wird nach hinten zu nur ganz allmählich dünner. Der verdickte

Außenrand des Ischiums springt hinter dem Acetabulum ziemlich stark nach innen zurück. Er ist außen anfänglich gerundet, wird dann flacher und endet schließlich ziemlich scharfkantig. Das Ischium ist in seinem hinteren Teil eben.

Das Ileum nimmt an der Bildung des Gelenks für das Femur teil. Es ist ein kräftiger, leicht gebogener Knochen, dessen unteres Ende stark verdickt ist und zwei annähernd gleich große, zusammenhängende Facetten trägt, von denen die nach unten schauende zur Vereinigung mit dem Ischium dient. Beide Facetten sind kräftig aufgerauht und waren ursprünglich mit Knorpel bedeckt; ihre Ränder stehen über die Oberfläche des kurzen Schaftes empor. Dieser ist leicht gebogen und wendet seine konvexe Seite nach vorn. Er ist an seinem unteren Ende längsgerieft. Das obere Ende des Ileums ist quer stark verbreitert und abgeflacht.

Die Messungen ergaben:

Größte Länge des Beckengürtels	98,5 cm	84,5 cm
Größte Breite „ „	76,0 „	
Pubis:		
Länge	50,0 „	42,0 „
Größte Breite	41,0 „	32,5 „
Breite der medianwärts gelegenen Fläche für das Ischium	9,0 „	etwa 5 „
Breite des Gelenkteils	15,7 „	16,0 „
Ischium:		
Länge	48,0 „	42,0 „
Breite vorn	21,0 „	20,0 „
Größte Breite	27,5 „	26,0 „
Länge des Gelenkteils	13,0 „	12,2 „
Ileum:		
Länge	22,0 „	19,6 „
Breite oben	12,6 „	9,5 „
„ unten	5,5 „	6,0 „
Breite des Halses an der schmalsten Stelle	3,0 „	3,4 „

Außer dem eben beschriebenen vollständigen Beckengürtel befindet sich noch die linke Hälfte eines zweiten Beckengürtels im Besitz des Instituts, der sich aber von jenem in nichts unterscheidet. Seine Maße sind oben an zweiter Stelle angeführt.

Die Extremitäten.

Bei Skeletten, deren einzelne Teile nicht im Zusammenhang gefunden wurden, ist die Entscheidung, ob ein Knochen als Humerus oder als Femur zu betrachten ist, oft recht schwierig und unsicher. Nach PHILLIPS[1]) soll derjenige Knochen der Humerus sein, dessen distale Artikulationsflächen sehr unsymmetrisch sind, und dessen Vorder- und Hinterrand sehr ungleichmäßig gekrümmt sind. Diese Bestimmungsmethode ist jedoch bei den Pliosauriern nicht anwendbar, da bei ihnen Humerus und Femur in ihren Umrissen einander recht ähnlich sehen. Im allgemeinen ist jedoch das Femur stets schlanker gebaut als der Humerus, wobei allerdings das Verhältnis ihrer Länge nicht konstant ist. Zum Beispiel ist bei den im Zusammenhang gefundenen Skeletten von *Plesiosaurus dolichodeirus*

1) Geology of Oxford. 1871. pag. 362.

und *Ples. rugosus* das Femur ebenso lang wie der Humerus, bei *Ples. homalospondylus* ist es länger und bei *Thaumatosaurus victor* kürzer als der Humerus. Auch wies E. Fraas [1]) bei *Plesiosaurus Guilelmi imp.* nach, daß beim jungen Tier die Vorderflossen länger sind als die Hinterflossen, während es beim ausgewachsenen Tier gerade umgekehrt ist. Bei solchen Formen, die einen Trochanter minor besitzen, bietet dieser einen guten Anhaltspunkt für die Bestimmung des betreffenden Knochens. Dieser ist nämlich beim Humerus stets nach dem ulnaren Rande hin verschoben, während er am Femur gleich weit vom Vorder- und Hinterrand entfernt oder gegen den tibialen Rand verschoben ist.

Ich möchte deshalb auch bei *Peloneustes* denjenigen Knochen als Humerus betrachten, dessen Trochanter minor dem ulnaren Rande genähert ist. Wir haben dann dieselbe Erscheinung wie bei *Pliosaurus*, daß die Vorderextremität kürzer ist als die Hinterextremität.

Die Extremitäten des montierten Skelettes sind nicht vollständig vorhanden. Es fehlen sowohl bei den Vorder- als auch bei den Hinterextremitäten eine ganze Anzahl distaler Phalangen, so daß sie zu einem Gesamtbild nicht zu verwerten sind. Glücklicherweise befindet sich in der Sammlung des Geologischen Instituts noch eine vollständige, wenn auch etwas kleinere Hinterextremität von *Peloneustes*. Ich möchte deshalb ausnahmsweise die Beschreibung der Hinterextremität als der vollständig erhaltenen zuerst vornehmen.

Die Hinterflosse.

Taf. II [XXXIV], Fig. 1; Textabb. 17, 18.

Die Hinterflosse ist im ganzen schlank zu nennen. Die Gesamtlänge der vollständig erhaltenen Flosse beträgt 121 cm, wovon 42,5 cm auf das Femur entfallen. Ihre Breite beträgt am distalen Ende des Femur 20,5 cm, am Tarsus 18,7 cm, am Metatarsus 18,2 cm und an der dritten Reihe der Phalangen etwa 15,5 cm. Das Femur artikuliert wie der Humerus distal mit nur 2 Knochen.

Das sehr kräftige Femur ist im Vergleich mit anderen Plesiosauriern recht lang und erscheint trotz seiner ziemlich beträchtlichen distalen Verbreiterung schlank. Sein leicht nach unten geneigter Gelenkkopf ist von elliptischem Umriß, schwach konvex und steht mit scharfen Kanten über den Schaft empor. Er ist durch runde kleine Löcher eigentümlich perforiert. Dicht am Gelenkkopf entspringt auf der Oberseite des Schaftes ein schwach entwickelter Trochanter minor, der sich mit dreieckiger, konkaver, nach außen geneigter Fläche an den Gelenkkopf anlehnt, seitlich jedoch durch etwa gleich breite, konkave, stark gerauhte Flächen von ihm getrennt ist. Der Schaft ist in seinem oberen Drittel im Querschnitt kreisrund und zeigt auf der Unterseite, 7—8 cm vom Gelenkkopf entfernt einen kräftig aufgerauhten und vorspringenden Muskelansatz, der sich distal verbreitert und in Längsrillen übergeht. Ein zweiter Muskelansatz ist auf der Oberseite dicht am hinteren Rand als langgestreckte Aufrauhung ausgebildet. Distal verbreitert sich der Schaft ziemlich unvermittelt, bleibt jedoch noch immer ansehnlich dick, nur der flügelartig ausgezogene Hinterrand ist dünn und scharfkantig. Die distale Verbreiterung beträgt etwa die Hälfte der Länge des Femur. Am distalen Ende sind Ober- und Unterseite des Femur durch anfangs feine, dann kräftiger werdende Längsrillen gerauht. Die Gelenkflächen für Tibia und Fibula sind in beiden Richtungen konvex und hängen vollständig miteinander zusammen.

Die Maße betragen:

Länge	45,0 cm	42,5 cm
Größter Durchmesser des Gelenkkopfes	13,3 „	—

1) Palaeontographica. Bd. 57. 1910. pag. 121.

Größte Breite am distalen Ende	21,4 cm	20,5 cm
Breite des Schaftes an der schmalsten Stelle	9,1 „	8,0 „

— wobei die zuletzt genannten Maße dem Femur der für sich montierten Flosse angehören.

Tibia und Fibula sind, wie es bei den geologisch jüngeren Plesiosauriern allgemein der Fall ist, stark verkürzt und beide breiter als lang. Die dicken polygonalen Knochen umschließen ein kleines längliches Foramen.

Die Tibia ist die größere von beiden. Sie ist abgerundet-vierseitig und am proximalen und distalen Ende verdickt. Ihr dünner Außenrand ist schwach konvex gerundet. Die proximale Facette ist gerade, distal sind zwei Facetten ausgebildet, eine längere für das Tibiale und ein kurze, welche die innere Ecke abschneidet, für das Intermedium.

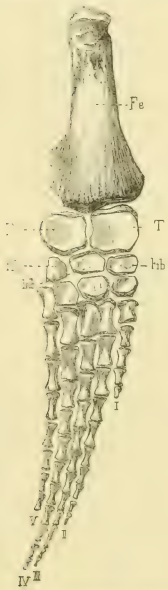


Fig. 17. *Peloneustes philarchus.* Hinterextremität von unten. $^1/_9$ nat. Gr.

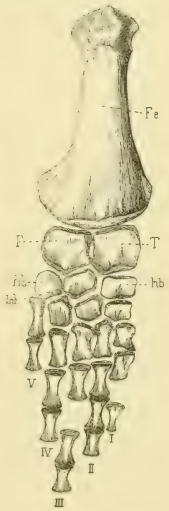


Fig. 18. *Peloneustes philarchus.* Rechte Hinterextremität von oben. $^1/_9$ nat. Gr.

Die Maße ergeben bei den beiden Extremitäten folgendes:

Länge	9,8 cm	9,1 cm
Breite	10,2 „	9,3 „
Länge der proximalen Facette	8,0 „	8,0 „

Die Fibula ist etwas kleiner als die Tibia, abgerundet-fünfseitig und an ihrem radialen Ende verdickt, während der stark konvex gerundete Außenrand dünn bleibt. Die proximale Facette ist gerade; distal sind zwei gleich große Facetten für Fibulare und Intermedium ausgebildet, von denen letztere die dickere ist. Die Einbuchtung des Innenrandes ist etwas stärker als bei der Tibia.

Länge	8,8 cm	8,8 cm
Breite	10,2 „	9,2 „
Länge der proximalen Facette	7,0 „	6,5 „

In der proximalen Reihe der Tarsalia sind drei Knochen vorhanden: Tibiale, Intermedium und Fibulare. Das Tibiale ist ein dicker, breiter, rechteckiger Knochen mit verdickten proximalen und distalen Gelenkflächen, der proximal mit der Tibia, distal mit dem ersten distalen Tarsale und innenwärts mit dem Intermedium artikuliert. Die distale innere Ecke ist durch eine kurze Facette für das zweite distale Tarsale abgeschnitten. Das dicke Intermedium ist etwas breiter als lang und steht an Größe dem Tibiale nicht nach. Es artikuliert proximal mit langer verdickter Facette mit der Fibula und mit kürzerer mit dem Tibiale, distal mit langer Facette mit dem zweiten distalen Tarsale und mit kurzer Facette mit dem dritten distalen Tarsale. Das sechsseitige Fibulare ist im Vergleich mit den übrigen Tarsalia auffallend dünn und besitzt nur schwach verdickte Innenränder. Es ist wenig länger als breit,

schärft sich nach außen zu und artikuliert proximal mit der Fibula, distal mit gleich langen Facetten mit dem dritten distalen Tarsale und dem fünften Metatarsale, und innenwärts mit dem Intermedium. Die distale Reihe der Tarsalia enthält drei Knochen, die etwas kleiner sind als die entsprechenden proximalen Knochen. Das erste distale Tarsale stößt distal mit langer Facette an das erste, mit kurzer Facette an das zweite Metatarsale; das zweite mit gleich langen Facetten an das zweite und dritte Metatarsale; und das dritte und zugleich längste distale Tarsale artikuliert distal mit dem vierten Metatarsale, und mit abgestumpfter Ecke stößt es noch an das dritte Metatarsale. Sein dünner ulnarer Außenrand ist durch eine Facette für das fünfte Metatarsale, das in die distale Reihe der Tarsalia gerückt ist, abgeschnitten.

Die Metatarsalia gleichen den Phalangen. Sie unterscheiden sich von ihnen durch ihre bedeutendere Größe und die stärkere Verdickung der Gelenkenden. Bemerkenswert ist, daß das erste Metatarsale sowie noch einige der darauf folgenden Phalangen des I. Fingers verbreitet und nach außen zugeschärft sind.

Die kräftigen Phalangen sind nur schwach dorsoventral zusammengedrückt und so stark eingeschnürt, daß die mittlere Dicke nur die Hälfte der Dicke der ebenen Endflächen beträgt. Die Zahl der Phalangen bei der vollständig erhaltenen, für sich montierten Hinterextremität ist bei den Fingern I—V 5, 9, 13, 11, 8—9; wobei die am I., III., IV. und V. Finger fehlende Endphalanx bereits mitgezählt wurde. Die Endphalanx des II. Fingers ist distal zugespitzt.

Die Vorderflosse.

Taf. II [XXXIV], Fig. 2; Textabb. 19.

Die Vorderflosse ist der Hinterflosse außerordentlich ähnlich, so daß hier nur die unterscheidenden Merkmale angeführt werden sollen.

Der Humerus ist kürzer als das Femur, und im mittleren Teil stärker verbreitert und erscheint deshalb etwas plumper. Der Trochanter auf der Oberseite ist stark dem ulnaren Rande genähert. Unterhalb von ihm ist der Schaft sehr kräftig längsgerieft. Eine deutlich umgrenzte Muskelansatzstelle nahe der Hinterkante fehlt und ist durch eine Aufrauhung ersetzt, die sich von der Unterseite, wo sie besonders kräftig ist, auf die ganze Länge der Hinterkante sich erstreckt und allmählich in feine Längsriefung und Höckerigkeit auf der Oberseite übergeht. Die distale Verbreiterung ist nicht so scharf vom Schaft abgesetzt wie beim Femur, das distale Ende etwas gleichmäßiger gerundet und nicht so stark verdickt.

Die Maße sind:

Länge	38,0 cm
Größter Durchmesser des Gelenkkopfes	11,3 „
Breite am distalen Ende	20,6 „
„ des Schaftes an der schmalsten Stelle	9,4 „

Radius und Ulna zeigen nichts von der kräftigen Verdickung der einander zugekehrten Kanten bei Tibia und Fibula, sie sind gleichmäßiger dick,

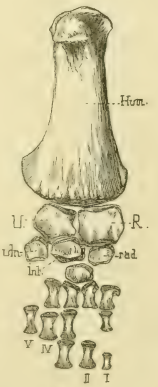


Fig. 19. *Peloneustes philarchus.* Rechte Vorderextremität von oben. $^1/_9$ nat. Gr.

dagegen sind die proximalen und distalen Facetten stärker verdickt. Bei der Ulna sind die distalen Facetten schärfer ausgeprägt als bei der Fibula. Die ulnare Facette ist deutlich konkav.

Die Maße sind:

	Radius	Ulna
Länge	8,0 cm	7,0 cm
Breite	8,5 „	8,8 „
Länge der proximalen Facette	7,0 „	7,5 „

Das Ulnare unterscheidet sich wesentlich vom Fibulare durch seine gleichmäßige Dicke. Das Intermedium ist etwas kürzer als dasjenige der Hinterextremität, im übrigen stimmen Intermedium und Fibulare mit den entsprechenden Knochen der Hinterextremität überein. Die distalen Carpalia sind flacher und dünner als die entsprechenden Tarsalia. Das erste Metacarpale zeigt proximal auf der Außenseite einen breiten, schnabelartigen Fortsatz, hinter dem der Außenrand tief eingebuchtet ist. — Die Phalangen sind kürzer und flacher als diejenigen der Hinterextremität. Die Vorderextremität wird deshalb bei annähernd derselben Breite doch ziemlich kürzer gewesen sein als die Hinterextremität.

Vergleich mit anderen Arten.

Lydekker [1]) hat unter dem Genus *Peloneustes* einige Arten zusammengefaßt, deren Unterschiede hauptsächlich im Bau der Wirbel zu suchen sind. Von diesen paßt unsere Form am besten zu *Pel. philarchus* (Seeley). *Pel. aequalis* (Phillips) kommt nicht in Betracht, da bei dessen Halswirbeln der Neuralkanal „is sunk into the centrum". *Pel. Evansi* (Seeley) dagegen besitzt Halswirbel, deren Höhe und Breite im Verhältnis zur Länge zu groß ist, und die sich darin dem Genus *Pliosaurus* nähern.

Vergleichen wir daher unsere Form mit den wenigen bereits beschriebenen Ueberresten von *Peloneustes philarchus*!

Die Unterschiede im Schädelbau gegenüber den Untersuchungen von Andrews sind bereits bei der Beschreibung des Schädels erwähnt worden und sind nur geringfügig.

Auch die Form des Unterkiefers stimmt vollkommen mit den Abbildungen Lydekkers [2]) und Jaccards [3]) überein. Doch ist die Anzahl der Zähne variabel, wie ein Blick in die nachstehende Tabelle erkennen läßt, in welcher auch der erst später zu beschreibende Unterkiefer des Stuttgarter Schädels aufgenommen ist.

	I	II	III	IV	V	VI
Länge des Kiefers	75,5	80,0	73,5	74,9	—	67
„ der Symphyse	25,0	25,5	24,5	24,1	22,9	21,4
Anzahl der Zähne in jeder Kieferhälfte	36	—	43	38	38	35
„ „ „ „ der Symphyse	12	14—15	16	—	13	15—16

I und II sind die beiden Tübinger Exemplare, III das Stuttgarter Exemplar, IV, V und VI sind aus Angaben von Seeley [4]), Lydekker und Andrews [5]) entnommen.

Wie der Vergleich zeigt, schwankt die Zahl der Zähne jeder Kieferhälfte zwischen 35 und 43, diejenige der Symphyse zwischen 12 und 16. Doch glaube ich nicht, daß diese Schwankungen zur Ab-

1) Quart. Journ. Geol. Soc. 1889. pag. 48 ff.
2) Catalogue of the fossil reptilia etc. 1889. Part II. pag. 151 ff.; Part IV. pag. 273 ff.
3) Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. T. 43. 1907. t. 27.
4) Seeley, Index to Aves etc. 1869. pag. 139.
5) Geolog. Magazine. 1910. pag. 110.

trennung besonderer Unterarten berechtigen. An den Halswirbeln ist der vorspringende Unterrand der Vorderseite schwächer ausgebildet als bei LYDEKKER. Im übrigen bestehen jedoch keine nennenswerten Unterschiede, soweit ein Vergleich der Wirbel bei dem gänzlichen Fehlen guter Abbildungen überhaupt möglich ist.

Der Schultergürtel scheint auf den ersten Blick ganz abweichend gebaut zu sein, da nach LYDEKKER eine mediane Vereinigung von Scapula und Coracoid fehlen soll, eine solche jedoch bei unserer Form vorhanden ist. Berücksichtigen wir aber die Untersuchungen von ANDREWS[1]) über die Entwicklung des Schultergürtels bei *Cryptocleidus*, so ist ohne weiteres klar, daß das Original LYDEKKERS nur ein jugendliches Stadium in der Entwicklung darstellt. Das Wachstum der Scapula verläuft bei *Peloneustes* in derselben Weise wie bei *Cryptocleidus*. Beim jugendlichen Schultergürtel ist zwar die Scapula auch schon dreiflügelig angelegt, doch vereinigen sich die Knochen median nicht, und ihr ventraler Flügel ist noch sehr klein. Später setzt ein sehr starkes Wachstum dieser ventralen Flügel ein, so daß diese schließlich sich gegenseitig und auch das Coracoid erreichen und die beiden anderen Flügel an Größe weit übertreffen.

Die ganz geringfügigen Unterschiede im Bau des Beckengürtels und der Extremitäten sind auf Altersunterschiede zurückzuführen.

Einer Vereinigung unserer Form mit der 1869 von SEELEY aufgestellten Art *Plesiosaurus (Peloneustes) philarchus* steht daher nichts im Wege. Dieses Skelett darf als das besterhaltene seiner Art bezeichnet werden.

Der Stuttgarter Schädel von *Peloneustes philarchus*.

Textabb. 20, 21.

Ein in der Stuttgarter Naturaliensammlung aufbewahrter Schädel eines *Peloneustes*, der ebenfalls aus dem Oxfordton von England stammt, wurde mir von Herrn Prof. Dr. E. FRAAS freundlichst zur Untersuchung überlassen. Dieser Schädel gibt über den Bau der Unterseite Aufschluß und ergänzt dadurch die Tübinger Exemplare. Dagegen fehlt das ganze Schädeldach mit Ausnahme der Schnauzenspitze. Seine Länge beträgt von der Schnauzenspitze bis zum Condylus 62 cm.

Zwischen den Prämaxillen ist die mediane Naht erhalten. Ihr Hinterrand reicht bis nahe an den siebenten Zahn rückwärts, wendet sich von da senkrecht nach innen und biegt dann nach rückwärts um. Sie stoßen hinten an die Maxillen, die bis zu den inneren Nasenlöchern, deren vorderen äußeren Rand sie bilden, an Breite zunehmen und hinter diesen wieder schmäler werden.

In den Prämaxillen stehen 6 Zähne, von denen der erste und sechste klein, die dazwischen stehenden gleich groß sind. Zwischen dem letzten Zahn der Prämaxillen und dem ersten der Maxillen ist ein 2 cm langes Diastema. Die Zahl der Zähne in den Maxillen kann nicht angegeben werden, da deren hinterer Teil abgebrochen ist. Neben den Alveolen verläuft eine Längsrinne, die aber zwischen dem fünften und zehnten Zahn verschwindet. Der Gaumen ist zwischen den Nasenöffnungen und dem hinteren Ende der Prämaxillen tief eingesenkt.

Der Vomer schiebt sich als schmaler Streifen zwischen die Maxillen und Prämaxillen ein und endigt mit stumpfer Spitze 7,4 cm hinter der Schnauzenspitze. An der Grenze zwischen Maxillen und Prämaxillen wird er etwas breiter. Er bildet die 3 cm breite Brücke zwischen den Nasenlöchern und

1) Catalogue of the fossil reptilia of the Oxford clay. 1910. pag. 176 ff.

erstreckt sich noch 2,5 cm weit hinter diese, wo er hinten an das Pterygoid und außen an die Palatina grenzt. Die Durchbohrungen, welche beim Tübinger Schädel zwischen Vomer und Maxillen beobachtet wurden, fehlen.

Die vorderen Fortsätze der Pterygoide verschmälern sich viel stärker als beim Tübinger Exemplar. Die Nähte mit den Palatina verlaufen vom Vorderrand des äußeren Flügels, wo die Pterygoide zusammen 8,2 cm breit sind, zuerst gerade nach vorn, biegen dann nach innen um und nähern sich bis auf 2,2 cm. Die Pterygoide schließen unter sich und mit den Palatina dicht zusammen. Die Palatina füllen den Raum zwischen den Pterygoiden und Maxillen aus und bilden mit ihrer vorderen Spitze die hintere und halbe äußere Begrenzung der Nasenlöcher. Die Naht mit den Maxillen verläuft mit anfangs konvexer, dann schwach konkaver Krümmung nach hinten bis zu einem Punkt 6 cm weit vom Hinterende des Palatinums entfernt, wo eine nach hinten-außen gerichtete Sutur für das Transversum sichtbar ist, das sich also zwischen Palatinum und Maxillare nach vorn erstreckt. Die Länge der Palatina beträgt 17 cm, ihre größte Breite in der Mitte 3,5 cm.

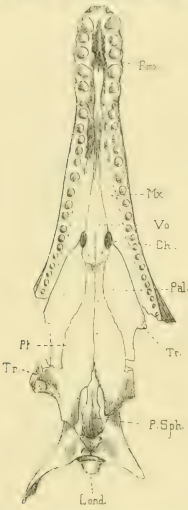


Fig. 20. *Peloneustes philarchus.* (Stuttgarter Exemplar.) Gaumenseite des Schädels. $^1/_6$ nat. Gr.

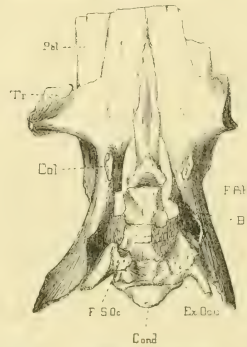


Fig. 21. *Peloneustes philarchus.* (Stuttgarter Exemplar.) Gehirnbasis von innen. $^1/_3$ nat. Gr.

Die inneren Nasenlöcher durchbohren den Gaumen in der Mitte zwischen Schnauzenspitze und Condylus, während sie bei dem zuerst beschriebenen Schädel etwas weiter nach hinten gerückt sind. Sie werden ebenfalls von Vomer, Palatina und Maxillen begrenzt.

An den Pterygoiden ist die flächenartige Entwicklung des Grates bemerkenswert, der sich auf der Unterseite vom Hinterrand des seitlichen Fortsatzes zum Hinterrand des Gaumendurchbruches erstreckt und in seiner Ausbildung an *Thaumatosaurus victor* erinnert. Er ist vorn von der Fläche des Pterygoids nicht abgesetzt und legt sich hinten und außen von unten her über dessen hintere Flügel. Die seitlichen Fortsätze der Pterygoide sind etwas breiter, aber kürzer als bei den Tübinger Schädeln, und ihr Hinterrand ist oben und unten verdickt und aufgebogen. Die mediane Vereinigung der beiden Knochen ist länger und bedeckt den hinteren Teil des Parasphenoids vollständig; die Naht ist in eine Längsmulde eingesenkt. Die Pterygoide legen sich an beide Facetten der seitlichen Fortsätze des Basioccipitale an und entsenden dann die sehr steil gestellten hinteren Fortsätze zur Vereinigung mit dem Squamosum.

Von der Columella (Epipterygoid) ist nur die längsovale Basis erhalten, die sich dicht hinter dem seitlichen Flügel auf die Oberseite des Pterygoids aufsetzt.

Mit dem kräftigen Basioccipitale ist vorn das Basisphenoid innig verwachsen. Die obere Fläche des Basioccipitale ist vor den 1 cm breiten, vorn und hinten sich erweiternden flach-konkaven Boden des Foramen magnum schwach nach vorn geneigt. Das Basisphenoid ist leider etwas zerdrückt. Es besteht aus einem hinteren Teil, der seitlich mit den Pterygoiden in Verbindung tritt und oben eine V-förmige Fläche trägt, deren Vorderrand senkrecht zur Fossa pituitaria abfällt. Die Oberfläche des niederen vorderen Teiles ist zur Aufnahme der Hypophyse tief ausgehöhlt und ist vorn umgekehrt V-förmig abgeschnitten und aufgerauht. An das Basisphenoid legt sich von unten her das lanzettförmige Parasphenoid an, das sich zwischen die Pterygoide einschiebt und sich noch 6,2 cm weit zwischen ihnen nach vorn erstreckt. Seine obere Fläche ist schwach ausgehöhlt.

Das mit dem Opisthoticum verschmolzene Exoccipitale ist von oben nach unten zusammengedrückt und zu einer genaueren Beschreibung nicht zu verwerten. Es endigt oben mit einer gerauhten unregelmäßigen Facette für das Supraoccipitale, setzt sich mit seiner verbreiterten Unterseite auf das Basioccipitale auf und bildet so die Seitenwand des Foramen magnum, dessen Boden vom Basioccipitale allein gebildet wird. Die innere Fläche des Knochens ist konkav ausgehöhlt. Der kräftige seitliche Fortsatz des Opisthoticums ist von rundlichem Querschnitt.

Der Unterkiefer.

Der Unterkiefer unterscheidet sich kaum von den oben beschriebenen Tübinger Exemplaren. Er ist im ganzen etwas niedriger, das Gelenk ist kürzer und breiter und der Gelenkfortsatz etwas länger. Die Anzahl der Zähne in jeder Kieferhälfte beträgt 43, davon entfallen auf die Symphyse 16. Die ersten 6 Zähne sind sehr groß, sie werden dann gegen das Hinterende der Symphyse hin rasch kleiner; von da ab macht sich bis etwa zum zwanzigsten Zahn wieder eine geringe Größenzunahme derselben bemerkbar.

Die Maße sind folgende:

Gesamtlänge des Kieferastes	73,5	cm
Länge der Symphyse	24,5	„
Größte Breite der Symphyse Schmalste Stelle der Symphyse	6,0	„ (zerdrückt)
Größte Breite des Kiefers zwischen den äußeren Rändern der Gelenke	25,0	„
Höhe des Kiefers am hinteren Ende der Symphyse	3,5	„ (zerdrückt)
Höhe des Kiefers am Kronfortsatz	6,7	„
„ „ „ in der Gelenkfläche	3,1	„
Länge der Gelenkfläche	2,5	„
Breite „ „	6,6	„
Länge des Gelenkfortsatzes	6,1	„
Breite „ „	4,0	„

Auf die Unterschiede, die zwischen dem Stuttgarter und den Tübinger Schädeln bestehen, wurde schon in der Beschreibung hingewiesen. Sie sind gegenüber den übereinstimmenden Merkmalen so geringfügig, daß dieser Schädel unbedenklich zu *Peloneustes philarchus* gestellt werden kann.

Peloneustes philarchus var. ***spatyrhynchus*** nov. var.

Textabb. 22, 23.

Diese neue Varietät ist auf einen recht gut erhaltenen Unterkiefer aus dem Oxfordton von Peterborough in England begründet und befindet sich im Besitz des geologischen Instituts der Universität Tübingen.

Die 26 cm lange, weniger als ein Drittel der Kieferlänge betragenden Symphyse ist stark löffelartig verbreitert und erreicht in der Mitte ihre größte Breite mit 9,8 cm, die gleich dem dreifachen Betrag der Dicke an jener Stelle ist. Hinter diesem verbreiterten Teil verschmälert sich der Kiefer beträchtlich und erreicht 20,5 cm hinter der Spitze seine schmalste Stelle mit 6,5 cm, an der sich die dickste Stelle des Kiefers mit 4,5 cm befindet. Nach vorn flacht sich die Symphyse allmählich ab. Ihre Unterseite ist im hinteren Teil abgestumpft gekielt. Auf der Oberseite ist in der Nahtlinie ein flacher Grat zwischen zwei ebenfalls flachen Rinnen ausgebildet, der jedoch unter die äußeren Alveolarränder eingesenkt ist, wodurch die löffelförmige Ausbildung der Schnauze noch erhöht wird. Die kräftigen Kieferäste sind nur wenig nach außen geneigt und zeigen keine Spur eines Kronfortsatzes. Ihre Oberkante ist hinter der höchsten Stelle abgeflacht und stark verbreitert. Ihre Breite beträgt dort 3,2 cm. Die sehr breite, aber kurze, tief ausgehöhlte Gelenkfläche ist schwach nach innen geneigt und nach vorn stark konkav gekrümmt. Der lange und breite Gelenkfortsatz ist flach und schwach nach innen gebogen; seine Breite nimmt gegen das hintere Ende allmählich ab. Es stehen in jeder Kieferhälfte 35 bis 36 Zähne, wovon auf die Symphyse je 14 kommen. Ihre Zahl ist nicht genau anzugeben, da die letzten 7—8 Zähne sehr klein sind und dicht nebeneinander stehen. Alle Zähne bis auf einen sind herausgefallen oder abgebrochen; aus den Alveolen zu schließen, waren die ersten 2 Zähne verhältnismäßig klein gegen die folgenden vier, die groß und kräftig waren. Die nächsten zwei sind wieder so groß wie die beiden ersten. Vom neunten ab werden die Zähne kleiner und nehmen nach hinten zu ganz allmählich an Größe ab.

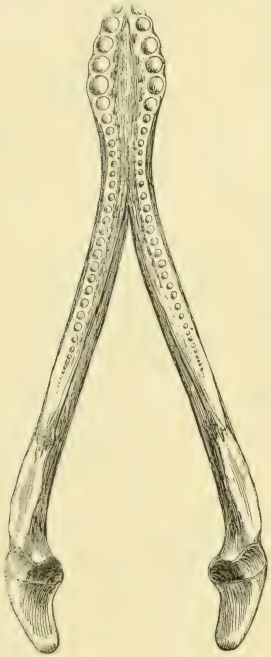


Fig. 22.

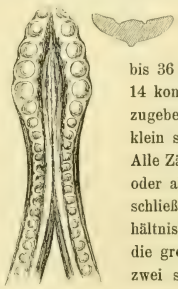


Fig. 23.

Fig. 22. *Peloneustes philarchus* var. *spatyrhynchus*. Unterkiefer. $^1/_6$ nat. Gr.

Fig. 23. *Peloneustes philarchus* var. *spatyrhynchus*. Symphyse des Unterkiefers nebst Querschnitt an der breitesten Stelle. $^1/_8$ nat. Gr.

Ueber die einzelnen Knochen ist wenig zu sagen, da sie vollkommen mit denen von

Peloneustes philarchus übereinstimmen. Auf der Außenseite sind Dentale, Angulare, Supraangulare und Articulare vorhanden, die Innenseite bilden im vorderen Teil Coronoideum und Spleniale, zu denen sich von unten her noch das Angulare mit seinem langen vorderen Fortsatz gesellt. Ein Praearticulare ist nicht mit Bestimmtheit nachweisbar, ebensowenig eine Trennung von Supraangulare und Articulare, die zusammen den hinteren oberen Teil des Kiefers bilden.

Die Maße sind folgende:

Gesamtlänge des Kieferastes	88,0 cm
Länge der Symphyse	26,0 „
Größte Breite der Symphyse	9,8 „
Schmalste Stelle der Symphyse	6,5 „
Größte Breite des Kiefers zwischen den äußeren Rändern der Gelenke	33,0 „
Länge des hinteren Gelenkfortsatzes	8,0 „
Größte Höhe des Kiefers	8,0 „
Höhe des Kiefers im Gelenk	3,6 „
Breite des Gelenks	8,0 „
Länge „ „	3,5 „

Nach der Anzahl der Zähne in den Kieferhälften und in der Symphyse und der Länge der Symphyse müßte dieser Unterkiefer zu *Peloneustes philarchus* gestellt werden. Von allen bisher bekannten Unterkiefern dieser Art unterscheidet er sich jedoch durch die starke Verbreiterung und Abflachung der Symphyse, die nicht etwa durch Druck hervorgerufen worden ist. Eine Zusammenstellung der Abbildungen veranschaulicht diesen Unterschied aufs deutlichste. Dazu treten noch einige geringfügigere Unterschiede, wie die größere Breite des Gelenkes, die bedeutendere Länge des Gelenkfortsatzes und das Fehlen eines Kronfortsatzes; außerdem sind die Größenverhältnisse der Zähne etwas andere.

Es erscheint mir jedoch etwas gewagt, lediglich auf Grund eines abweichend gebauten Unterkiefers eine neue Art aufzustellen. Vielmehr möchte ich diese Form nur als eine Variation des *Peloneustes philarchus* betrachten. Um die löffelförmige Verbreiterung der Symphyse zum Ausdruck zu bringen, schlage ich den Namen *Peloneustes philarchus* var. *spatyrhynchus* vor.

Wirbel von *Peloneustes philarchus* Seeley.

Außer dem montierten Skelett von *Peloneustes philarchus* befindet sich in der Tübinger Universitätssammlung noch eine größere Anzahl von Wirbeln, die als *Cryptocleidus* bestimmt waren, aber zweifellos zu *Peloneustes* gehören und aus dem Oxfordton von Peterborough in England stammen. Sie zeichnen sich vor den Wirbeln des montierten Skelettes durch eine Reihe unterscheidender Merkmale sowie durch ihre vorzügliche Erhaltung aus und verdienen daher eine besondere Beschreibung. Es sind 20 Wirbel vorhanden, und zwar die 3 ersten Halswirbel, 6 Wirbel aus der hinteren Halsregion, 2 Pectoralwirbel, 7 Rückenwirbel, die beiden Sacralwirbel und 2 Schwanzwirbel.

Die beiden ersten Halswirbel.

Taf. II [XXXIV], Fig. 3.

Innerhalb der beiden ersten Halswirbel sind die einzelnen Komponenten noch gänzlich unverwachsen und durch Gebirgsdruck in ihrer gegenseitigen Lage gestört worden; doch ist der Erhaltungszustand recht gut.

Das vordere basale Stück ist die größte der den Atlas bildenden Komponenten. Es ist in transversaler Richtung gleichmäßig halbkreisförmig gebogen und bildet mit seinem vorderen Teil die untere Hälfte des Gelenks für den Condylus. Die Vorder- und Hinterkante sind einander parallel. Die beiden Seitenflügel sind oben gerade abgeschnitten, die hintere Ecke ist durch eine schräg von vorn-oben nach hinten-unten laufende Kante abgestumpft. Außerdem ist der Knochen an dieser Stelle zu kurzen, spitzen, nach hinten gerichteten Fortsätzen ausgezogen. Die Unterseite ist am hinteren Rande wulstartig aufgewölbt und trägt eine senkrecht stehende Fläche für ein sich zwischen das Basalstück und den Epistropheus schiebendes kleines Zwischenstück.

Die oberen Bögen sind vollkommen voneinander getrennt und tragen keinen Dornfortsatz. Sie setzen sich mit horizontal gerichteten Flächen auf das Basalstück auf und bilden die obere Hälfte des Gelenks für den Condylus. Es ist also ein vollkommen geschlossener Atlasring vorhanden. Die den großen runden Rückenmarkskanal umgebenden oberen Teile der Bögen sind stark nach rückwärts gebogen und legen sich als Postzygapophysen auf die Präzygapophysen des Epistropheus.

Der eigentliche Körper des Atlas tritt seitlich zwischen Epistropheus einerseits und oberen Bögen, Basalstück und Zwischenstück andererseits als hoher schmaler Knochen an die Oberfläche und ist vom Epistropheus noch vollkommen getrennt. Ob er auch an der Bildung des Gelenks für den Condylus und des Bodens des Neuralkanals Anteil hat, kann nicht festgestellt werden.

Das untere Zwischenstück (das Basalstück des Epistropheus) schiebt sich zwischen Epistropheus und Basalstück des Atlas ein und schließt den Zahnfortsatz von der Unterseite aus. Es ist ein nach hinten zu sich verbreiternder, unten konvex gewölbter, kleiner Knochen.

Der Epistropheus unterscheidet sich von den folgenden Wirbeln durch seinen eigentümlich umgestalteten Dornfortsatz. Seine oberen Bögen sind noch gänzlich von dem Wirbelkörper getrennt. Die Präzygapophysen ragen nur wenig über die vordere Artikulationsfläche des Wirbelkörpers vor, springen dagegen seitlich als scharfkantige, schwach nach vorn geneigte Flächen rechtwinklig vor und erreichen, breiter werdend, die Hinterkante der oberen Bögen. Von den schwachen Postzygapophysen sind sie durch eine seitliche Einkerbung getrennt. Der niedere Dornfortsatz ist eigentümlich in die Länge gezogen. Seine nach vorn geneigte, wulstartig verdickte Oberkante ist in der Längsrichtung schwach konkav eingebogen. Der Dornfortsatz überragt vorn und hinten noch die Zygapophysen. Die vordere Artikulationsfläche des Körpers ist unten durch eine Artikulationsfläche für das Zwischenstück schief abgeschnitten. Der Epistropheus trägt seine Rippen allein.

Bei den beiden ersten Halswirbeln eines älteren Individuums derselben Art ist eine weitgehende Verwachsung der einzelnen Stücke eingetreten. Zwar sind Atlas und Epistropheus noch getrennt, aber innerhalb des 1. Wirbels ist der Atlasring fast nahtlos verwachsen, ebenso ist das Basalstück des Epistropheus innig mit dem Atlaskörper und dem Ring verwachsen. Nur zwischen dem Atlaskörper und dem Ring sind die Grenzen noch deutlich zu erkennen. Die rippenähnlichen Fortsätze der hinteren oberen Ecken des Basalstückes sind viel stumpfer geworden, während sich am Basalstück des Epistropheus kleine Facetten für die nach vorn gewanderten Rippen des 2. Halswirbels gebildet haben.

Die Maße sind folgende:

Das jüngere Exemplar.

1. Der Atlas:	
Breite des Basalstücks	5,2 cm
Untere Länge des Basalstücks	2,9 „

Länge der oberen Bögen	3,0 cm
Höhe derselben bis zur Basis des Neuralkanals	2,9 „
„ des Atlaskörpers, an der Seite gemessen	3,8 „
Breite „ „ „ „ „	1,8 „
Länge des Basalstücks des Epistropheus	2,3 „
Breite „ „ „ „	2,4 „

2. Der Epistropheus:

Länge des Körpers oben	2,8 cm
„ „ „ unten	2,0 „
Breite „ „ hinten	5,0 „
Größte Höhe des Wirbels	8,7 „
Länge des Dornfortsatzes in Richtung der Wirbelsäule	5,1 „

Das ältere Exemplar.

1. Der Atlas:

Höhe des Wirbels bis zur Basis des Neuralkanals	5,7 cm
Länge der verwachsenen Basalstücke	5,3 „
Größte Breite des Wirbels	6,0 „
Höhe des Atlaskörpers, an der Seite gemessen	3,7 „
Breite „ „ „ „ „	1,5 „

2. Der Epistropheus:

Länge des Körpers oben	2,9 cm
„ „ „ unten	2,1 „
Breite „ „ hinten	5,5 „
Höhe „ „ „	4,8 „

Die übrigen Halswirbel.

Der niedere Dornfortsatz des 3. Halswirbels ist an der Spitze nach hinten gebogen.

Die Wirbelkörper der hinteren Halswirbel sind kurz, ihre Länge verhält sich zur größten Breite wie 5 : 9. Die Artikulationsflächen sind fast eben, ihre mediane Einsenkung beträgt an der vorderen Artikulationsfläche kaum 3 mm. Zentral ist eine chordale Vertiefung zu beobachten. Im Umriß sind die vorderen Artikulationsflächen kreisrund, die hinteren mehr oval, oben jedoch in beträchtlichem Maß vom Neuralkanal und den Ansatzflächen der oberen Bögen abgeschnitten. Die hinteren Artikulationsflächen sind durch die Costalfacetten merkwürdig vorgewölbt, während der untere Rand der vorderen Artikulationsflächen deutlich vorgezogen ist. Die Seitenflächen sind nur ganz schwach konkav und an den kaum vorstehenden Rändern der Artikulationsflächen wenigstens auf der Unterseite runzelig gerauht. Dort trennt ein breitgerundeter Kiel zwei Gefäßlöcher, die bei den verschiedenen Wirbeln recht verschieden groß sind. Die runden, durch eine horizontale Fläche in eine etwas größere obere und eine untere Hälfte geteilten Costalfacetten stehen seitlich stark vor. Die die ganze Länge des Wirbelkörpers einnehmenden oberen Bögen sind nur locker mit diesen verbunden. Sie umschließen einen hohen Neuralkanal, der in halber Höhe durch seitliche Vorsprünge an der inneren Wand der oberen Bögen eingeengt wird. Die Zygapophysen sind eben und horizontal gestellt. Die Dornfortsätze sind hoch

5*

und sehr kräftig, ziemlich schmal, aber dick, und sind oben stark verdickt, so daß der Querschnitt nahe der Spitze rhombisch ist. Seitlich machen sich Spuren von Kanten bemerkbar, die von der Spitze bis in halbe Höhe herunterlaufen. Die Spitze ist abgeflacht gerundet.

Die Pectoralwirbel.

Es sind 2 Pectoralwirbel vorhanden, und zwar der 1. und 2., wie ein Vergleich mit der vollständigen Wirbelsäule von *Peloneustes philarchus* zeigt.

Die Costalfacetten werden beim 1. Pectoralwirbel noch vom Körper allein gebildet, sind aber einheitlich und stehen ziemlich hoch. Bei dem folgenden Wirbel nehmen auch die oberen Bögen in geringem Maße an der Bildung der Facetten teil. Unterhalb der Costalfacetten sind die Seitenflächen der Wirbel tief eingesenkt, die Aufrauhung an den Rändern nimmt zu und beginnt sich weiter nach oben auszudehnen. Die Dornfortsätze werden höher, dünner und an der Basis breiter; sie sind stark nach rückwärts geneigt. Beim 1. Pectoralwirbel ist der untere Rand der hinteren Artikulationsfläche krankhaft verdickt.

Die Maße einiger Halswirbel und der beiden Pectoralwirbel sind folgende:

	Halswirbel				Pectoralwirbel	
	III	VII	XI	XII	I	II
Länge des Wirbelkörpers unten	3,0 cm	3,05 cm	3,1 cm	3,2 cm	— cm	3,7 cm
Breite „ „ hinten	5,3 „	5,4 „	5,7 „	5,7 „	6,6 „	6,5 „
Höhe „ „ „	4,5 „	4,6 „	4,7 „	4,8 „	5,2 „	5,6 „
Gesamthöhe	10,8 „	13,8 „	15,2 „	15,4 „	17,0 „	17,6 „
Höhe des Dornfortsatzes von den Präzygapophysen an	4,5 „	7,3 „	8,4 „	8,5 „	9,6 „	10,3 „
Breite desselben in der Mitte	1,8 „	2,0 „	2,2 „	2,5 „	—	3,1 „
„ des Wirbels, zwischen den Costalfacetten gemessen	5,4 „	6,3 „	6,7 „	6,7 „	7,2 „	6,9 „

Die Rückenwirbel.

Taf. II [XXXIV], Fig. 6a, b, 7a, b.

Von den 7 Rückenwirbeln gehören 2 der vordersten und 5 der mittleren Rückengegend an.

In der mittleren Rückengegend ist das Verhältnis der Breite der Artikulationsfläche zur Länge des Wirbels etwa 3 : 2. Die Artikulationsflächen sind nahezu eben, nur in der Mitte zeigen sie eine eingesenkte chordale Vertiefung. Die Seitenflächen sind stark eingeschnürt. Die konkave Rundung ist jedoch ganz gleichmäßig, und die scharfkantigen Ränder sind nicht vorstehend. Die Unterseite ist gegenüber den Seitenflächen etwas abgeflacht und nicht so stark eingeschnürt. Sie weist etwa 3 cm voneinander entfernt zwei Gefäßlöcher auf; bei einem Wirbel liegt auf der linken Seite noch ein drittes. Bei den beiden vorderen Rückenwirbeln sind die Gefäßlöcher auf der Unterseite einander mehr genähert und durch einen schwach ausgeprägten Wulst voneinander getrennt. Die Ränder der Unterseite und der Seitenflächen sind in einer deutlich abgegrenzten, 1 cm breiten Zone gerunzelt, jenseits dieser Zone durch Längsrillen skulpturiert. Nach der Mitte zu sind die Flächen glatt. Es beträgt bei einem mittleren Rückenwirbel die Einschnürung auf der Seite 1,0 cm, unten 0,5 cm gegenüber den Rändern. — Die schräg nach oben gerichteten Diapophysen sind kräftig, aber kurz, und enden mit verdickter runder, annähernd ebener Gelenkfacette. Die Zygapophysen scheinen recht klein gewesen zu sein und

sind schwach nach innen bzw. außen geneigt. Die Dornfortsätze sind sehr breit, aber dünn, ihr Vorder- und Hinterrand sind einander parallel. Sie sind alle stark nach rückwärts geneigt.

Die Messungen ergaben:

	Vorderer Wirbel	Mittlere Wirbel		
		I.	III.	V.
Länge des Wirbelkörpers unten	5,0 cm	5,7 cm	5,7 cm	5,7 cm
Breite „ „ hinten	6,5 „	7,1 „	7,2 „	7,2 „
„ „ „ in der Mitte	4,7 „	5,2 „	5,1 „	5,2 „
Höhe „ „ hinten	6,0 „	6,2 „	6,3 „	6,3 „
Gesamthöhe	16,9 „	—	—	—
Höhe des Dornfortsatzes von den Präzygapophysen an	9,0 „	—	—	—
Breite desselben in der Mitte	3,9 „	4 „	—	—
Länge der Diapophysen	4,0 „	— „	—	—

Die Sacralwirbel.

Taf. III [XXXV], Fig. 1a, b.

Zwei Wirbel, deren obere Bögen abgefallen sind, möchte ich im Vergleich mit denen des montierten *Peloneustes* zur Sacralgegend rechnen. Ihre hinteren Artikulationsflächen erscheinen durch die tief eingesenkte chordale Vertiefung stärker konkav als die vorderen. Die Seitenflächen sind viel schwächer konkav als bei den mittleren Rückenwirbeln; die Unterseite ist zwischen den 3 cm weit voneinander entfernten Gefäßlöchern aufgewölbt und der First der Wölbung mit den Rändern der Artikulationsflächen nahezu eben. Die Costalfacetten hängen mit den Ansatzflächen für die oberen Bögen vollkommen zusammen, reichen schon weit auf die Seitenflächen herab und sind dem Hinterrand genähert. Der Boden des Neuralkanals ist vorn schmal und wird nach hinten breiter; er wird nahe den Rändern von zwei Gefäßlöchern durchbohrt. Die Skulptur der Wirbel ist etwas schwächer als bei den mittleren Rückenwirbeln.

Die Maße sind:

	I.	II.
Länge des Wirbelkörpers unten	5,15 cm	5,05 cm
Breite „ „ hinten	6,9 „	7,0 „
Höhe „ „ „	6,0 „	5,9 „
Breite „ „ zwischen den Diapophysen	—	8,2 „
„ „ Neuralkanals vorn	1,6 „	1,5 „
„ „ „ hinten	2,4 „	2,3 „

Die Schwanzwirbel.

Taf. III [XXXV], Fig. 2a, b, c.

Die beiden Schwanzwirbel sind in die mittlere Schwanzgegend einzureihen.

Die sonst runden Artikulationsflächen sind unten gerade und oben konkav abgeschnitten, sie sind ebenso flach, wie bei den übrigen Wirbeln, jedoch durch eine flache Einsenkung um die chordale Vertiefung und eine Vorwölbung unterhalb derselben unregelmäßig gemacht. Die Costalfacetten sind

oval, stehen näher am Hinterrand als am Vorderrand und ragen über die Ränder der Artikulationsflächen hervor; unter ihnen sind die Seitenflächen stark konkav eingebuchtet. Die Unterseite ist vollkommen eben und wird nahe den Seitenrändern von zwei Gefäßlöchern durchbohrt. An der Grenze zwischen der Unterseite und den Seitenflächen sind Vorder- und Hinterrand durch Facetten für die Hämapophysen abgeschrägt. Und zwar sind bei beiden Wirbeln die hinteren größer als die vorderen. Die Facetten für die oberen Bögen sind stark vertieft und sind beim kleineren der beiden Wirbel vom Hinterrand durch einen schmalen Zwischenraum getrennt. Der schwach nach hinten-unten geneigte Boden des Neuralkanals ist in den Wirbelkörper eingesenkt und erweitert sich nach hinten. Er ist in querer Richtung schwach konkav und wird von zwei Foramina durchbohrt, die 0,8 cm weit voneinander entfernt sind. Die oberen Bögen sind ebenfalls abgefallen.

Die Maße sind:

	I.	II.
Länge des Wirbelkörpers unten	3,9 cm	3,7 cm
Breite „ „ hinten	6,0 „	5,8 „
„ zwischen den Costalfacetten	6,4 „	6,3 „
Höhe bis zum Boden des Neuralkanals	4,9 „	4,7 „

Die vorstehend beschriebenen Wirbel gleichen in ihren Größenverhältnissen am meisten denen von *Peloneustes philarchus*, wie ein Vergleich entsprechender Halswirbel mit den 3 Arten von *Peloneustes* zeigt.

	Peloneustes spec.?	*Pel. philarchus*	*Pel. Evansi*	*Pel. aequalis*
Länge des Wirbelkörpers	3,05	3,7	4,0	3,8 cm
Breite „ „	5,4	6,4	8,1	7,8 „
Höhe „ „	4,6	5,7	7,6	5,7 „
Länge = 1 Breite	1,77	1,73	2,02	2,05 „
Länge = 1 Höhe	1,50	1,54	1,9	1,5 „

Die Unterschiede, die sich aus einem Vergleich mit den Wirbeln des montierten Exemplars von *Peloneustes philarchus* ergeben, sind folgende:

Die geringere Breite und viel bedeutendere Dicke der Dornfortsätze der Halswirbel.

Das Fehlen der seitlich vorstehenden Ränder der Artikulationsflächen.

Die stärkere und gleichmäßigere Konkavität der Seiten der Rückenwirbel und die stärkere Aufrauhung an deren Rändern.

Die zuletzt angeführten Unterschiede mögen ihre Ursache teils in dem verschiedenen Alter der Tiere, teils in nachträglichen Deformationen der Wirbel haben. Die gänzlich verschiedene Form der Dornfortsätze ist jedoch auffallend. Anläßlich eines Besuches des Stuttgarter Naturalienkabinetts hatte ich Gelegenheit, bei einigen dort aufbewahrten Halswirbeln, die zweifellos zu *Peloneustes philarchus* gehören, eine ähnliche, wenn auch nicht so starke Verdickung der Dornfortsätze zu beobachten.

Die Rücken- und Schwanzwirbel unterscheiden sich kaum von einigen durch Riabinin[1]) beschriebenen und abgebildeten und als *Peloneustes philarchus* bestimmten Wirbeln aus dem oberen Jura (Oxford?) von Rußland. Die vorliegenden Rückenwirbel sind vielleicht etwas stärker eingeschnürt.

Ich trage daher kein Bedenken, unsere Wirbel mit denen von *Peloneustes philarchus* (Seeley)

1) Mémoires du Comité géologique. Nouvelle Série. Livr. 43. 1909.

zu vereinigen. Immerhin ist das starke Variieren innerhalb ein und derselben Art interessant. Die Tatsache, daß bei den Sacral- und Schwanzwirbeln die oberen Bögen nur durch Knorpel mit den Körpern verbunden waren und daher bei der Verwesung abgefallen sind, macht auch die Angaben LYDEKKERS [1]), daß bei *Peloneustes* die Bögen durch Sutur mit den Wirbelkörpern verbunden sind, hinfällig. Diese Auflockerung der Wirbelteile ist bei den meisten geologisch jüngeren Plesiosauriern zu finden und soll nach KOKEN [2]) das Erzeugnis einer Anpassung an das aquatile Leben sein, welches lange Zeit hindurch auf die Bildung des Skeletts einwirken konnte. Sie kann daher nicht als unterscheidendes Merkmal benützt werden.

Die Diagnose von *Peloneustes philarchus* SEELEY lautet folgendermaßen: Körperbau gedrungen. Schädel groß und langgestreckt, so lang wie der Hals. Auge mit Scleroticalring. Innere Nasenöffnungen von Vomer, Maxillen und Palatina begrenzt. Unterkiefersymphyse sehr lang, mit 12—16 Zähnen auf jeder Seite. Zähne verhältnismäßig klein, aber kräftig, mit Kanten auf den Seiten, welche die fast glatte, konvexe Außenseite von der mit Schmelzleisten bedeckten, konkaven Innenseite trennen. Hals nur halb so lang wie der Rumpf. Die kurzen Halswirbel breiter als lang, doch länger als bei *Pliosaurus*, mit sehr flachen Endflächen, scharf ausgeprägtem hämalen Wulst, vorstehenden, geteilten Costalfacetten. Zentra der Rückenwirbel ebenfalls breiter als lang, seitlich stark eingeschnürt, an den Rändern aufgerauht; ihre Endflächen fast eben. Unterseite der Schwanzwirbel eben. Extremitätengürtel ähnlich wie bei *Pliosaurus*. Brustgürtel mit Episternum und geschlossenem Foramen ovale, Claviculae fehlen. Scapula mit langem und schmalem dorsalen Flügel. Coracoid langgestreckt und breit. Beckengürtel sehr groß, mit geschlossenem Foramen obturatorium, großem Pubis und langgestrecktem Ischium. Bauch durch Bauchrippen geschützt. Humerus kürzer als Femur, beide sehr kräftig, mit schwachem Trochanter minor, distal beträchtlich verbreitert und mit zwei Knochen artikulierend, die nur wenig breiter als lang sind. Radius und Tibia viereckig, Ulna und Fibula fünfeckig und schwach verbreitert.

Genus Pliosaurus (Owen).

Pliosaurus ferox (SAUVAGE).

1873 *Liopleurodon ferox* SAUVAGE, Bull. Soc. Géol. France. Sér. 3 T. 1. pag. 378. 1873.
1880 *Polyptychodon ferox* SAUVAGE, Bull. Soc. Géol. France. Sér. 3 T. 8. pag. 544. 1880.
1800 *Pliosaurus ferox* LYDEKKER, Geol. Magazine. Ser. 3 Vol. 5. pag. 353. 1888.

Unter den Ueberresten von Plesiosauriern aus dem Oxfordton von Fletton in England, die sich im Besitz des Geologisch-mineralogischen Instituts der Universität Tübingen befinden, ist auch ein ziemlich mangelhaftes Skelett von *Pliosaurus ferox* SAUVAGE enthalten. Trotz seiner schlechten Erhaltung ist es jedoch geeignet, unsere Kenntnisse über diese Art in vielen Punkten zu ergänzen.

Der Schädel.

Taf. III [XXXV], Fig. 3; Textabb. 24.

Der Schädel ist sehr unvollständig. Vom Schädeldach sind nur die Prämaxillen, die vorderen Teile der Maxillen und Teile der Parietalia vorhanden. Dagegen ist der Gaumen verhältnismäßig

1) Catalogue. Part. II. pag. 151.
2) Centralblatt. 1905. pag. 693.

gut erhalten und kann in manchen Punkten zur Ergänzung der Beschreibung dienen, welche ANDREWS von einem *Pliosaurus*-Schädel gibt[1]).

Beginnen wir mit der Oberseite, so bilden die Prämaxillen den deutlich abgesetzten Schnauzenteil des Schädels. Nach hinten entsenden sie einen sehr langen, allmählich schmäler werdenden facialen Fortsatz, der den Vorderrand der Parietalia überdeckt.

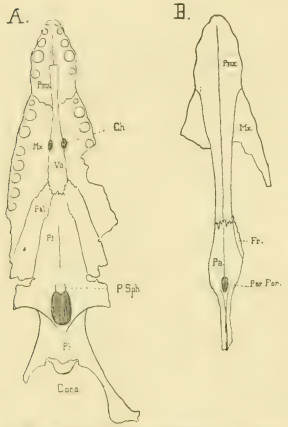


Fig. 24. *Pliosaurus ferox*. Schädel. $^1/_{12}$ nat. Gr. A Schädeldach, B Gaumenseite.

Dieser vor dem Parietalforamen gelegene Teil der Parietalia ist etwa $1^1/_2$ mal so lang wie breit und zeigt eine deutliche mediane Naht. Dagegen ist vor oder neben dem Parietalforamen keine Spur einer Naht zu beobachten, die ein median gelegenes Frontale vom Parietale scheiden würde.

Die Länge des Parietalforamens beträgt 3,1 cm, seine Breite 1,6 cm.

Auf der Unterseite des Schädels stellt der Vomer einen langen schmalen Knochen dar, der die Choanen voneinander trennt und sich von da noch etwa 20 cm weit als wenigstens in seinem mittleren Teil ganz schmaler Streifen zwischen Maxillen und Prämaxillen nach vorn erstreckt. Zwischen den Choanen ist er 2,5 cm breit und konvex gewölbt und wird nach hinten nur wenig breiter. Er wird dort seitwärts erst von den Maxillen, dann eine kurze Strecke weit von den Palatina begrenzt, die er vollkommen voneinander trennt. Hinten stößt er in komplizierter Sutur an das Pterygoid. Eine mediane Naht zwischen den beiderseitigen Vomeres ist nicht zu beobachten.

Die Palatina sind langgestreckte, schmale Platten, die innen von den Pterygoiden, außen von den Maxillen begrenzt werden und vorn mit schräg von innen nach außen laufender Sutur an den Vomer stoßen. Von der hinteren Begrenzung der Choanen sind sie im Gegensatz zu *Peloneustes* durch die zusammentretenden Maxillen und Vomeres abgedrängt. Der Hinterrand ist gerade abgeschnitten und schließt nicht dicht an die seitlichen Flügel der Pterygoide an, sondern läßt eine Lücke bestehen. Von einem Durchbruch in den Palatina ist nichts zu beobachten, nur ein kaum 2 mm großes Foramen durchbohrt den rechtsseitigen Knochen 6,5 cm vom hinteren und 3 cm vom äußeren Rande entfernt.

Die 3 cm langen, ovalen inneren Nasenöffnungen liegen 32 cm hinter der Schnautzenspitze und werden, wie schon bemerkt, nur von Vomer und Maxillen begrenzt.

Die Pterygoide bilden mit ihrem vorderen Fortsatz den mittleren Teil des Gaumens. Es sind dies ebene, dünne Platten, die nach vorn allmählich schmäler werden und mit dem Vomer in Sutur treten. Am Vorderrand des großen ovalen Gaumendurchbruches sind noch Reste des Parasphenoids sichtbar, das sich zwischen die Pterygoide einschiebt. Noch vor dem Vorderrand des Gaumendurchbruches entsenden die Pterygoide einen seitlichen Flügel zur Vereinigung mit dem Transversum. Sein

1) ANDREWS, On the structure of the skull of a Pliosaur. Geolog. Society of London, Quarterly Journal. 1897. pag. 177.

Vorderrand ist scharfkantig, sein Hinterrand ist nach unten umgebogen, so daß eine L-förmige Ansatzstelle für das Transversum entsteht. Der Hinterrand setzt sich wie bei *Peloneustes* als hohe, scharfe Kante auf der Unterseite des Pterygoids bis zum hinteren Ende des Gaumendurchbruches fort. Die Fläche dieser Kante ist nach hinten umgebogen, erreicht jedoch nicht die Ausdehnung wie beim Stuttgarter Schädel von *Peloneustes*.

Da, wo der Hinterrand des seitlichen Flügels vom mittleren Teil abzweigt, sitzt auf der gerundeten Oberseite des Pterygoids die Columella auf, deren Basis als beinahe rundes, stabförmiges Knöchelchen erhalten ist.

Hinter dem Gaumendurchbruch vereinigen sich die Pterygoide wieder und legen sich von unten her auf das Basisphenoid und den vorderen Teil des Basioccipitale auf. Sie entsenden einen zweiten kräftigen, aber niederen Fortsatz zum Quadratum, der mit schwacher, nach außen konkaver Krümmung aus dem mittleren Teil hervorgeht und gegen das Ende hin dicker wird. Sein Außenrand ist gerundet.

Das Basioccipitale, das allein den stark vorspringenden Condylus bildet, ist zu stark mazeriert, als daß etwas Genaueres darüber ausgesagt werden könnte.

Die Messungen ergaben folgendes:

Länge der Prämaxillen	56,0 cm
Größte Breite derselben	14,0 „
Breite des facialen Fortsatzes	4,2 „
Entfernung des Parietalforamens von der Schnauzenspitze	70,5 „
Entfernung des Condylus von der Schnauzenspitze	92,0 „
Abstand der Choanen vom Vorderrand des Pterygoids	11,5 „
„ „ „ von der Schnauzenspitze	32,5 „
Pterygoid:	
Länge des vorderen Flügels vom Gaumendurchbruch an	26,0 cm
Breite zwischen den seitlichen Flügeln	25,8 „
„ vor diesen	14,6 „
„ hinter diesen	11,6 „
Länge des Gaumendurchbruches	10,5 „
Breite „ „	5,0 „
Palatinum:	
Länge	28,0 cm
Breite hinten	6,5 „
„ vorn	5,0 „

Der Unterkiefer.

Textabb. 25.

Der Unterkiefer zeichnet sich vor dem Schädel durch seine bessere Erhaltung aus. Er ist vollständig vorhanden, und nur seine freien Aeste sind durch vertikal wirkenden Druck etwas deformiert.

Die beiden Kieferäste vereinigen sich in einer etwa $^1/_4$ ihrer Länge betragenden Symphyse, die einen deutlich abgesetzten und verbreiterten Schnauzenteil bildet. Die Symphyse ist zu Anfang des zweiten Drittels ihrer Länge am breitesten. Ihr Vorderende ist durch die Alveolen der dicht nebeneinander stehenden vordersten Zähne löffelartig ausgebuchtet. Am Hinterende der Symphyse ist der

Kiefer seitlich eingeschnürt. Die Unterseite ist in der vorderen Hälfte stark abgeflacht und in der hinteren Hälfte breit gekielt; sie ist reichlich durch Grübchen und Rillen skulpturiert. Die im vorderen Teil dicken und kräftigen Kieferäste werden nach hinten allmählich höher und schmäler und erreichen in dem nur ganz schwach entwickelten Kronfortsatz ihre größte Höhe, die nahezu doppelt so groß ist wie hinter der Symphyse. Neben den Alveolen verläuft beiderseits eine Rinne, die sich etwa 6 cm von der Schnauzenspitze entfernt vereinigen, sonst durch einen anfangs hohen, nach hinten breiter und flach werdenden Grat getrennt sind. Sie setzen sich ohne Unterbrechung auf die freien Kieferäste fort, wo sie nahe am Innenrand verlaufen, schmal und ziemlich tief sind und zwischen je zwei Alveolen noch durch eine längliche Grube vertieft sind. Hinter dem Kronfortsatz ist die Oberkante stark verbreitert und durch eine ganz flache Längsmulde etwas ausgehöhlt. Das tief in den Kiefer eingesenkte, sehr breite Gelenk ist nach vorn stark konkav gekrümmt und außerdem nach innen geneigt. Der Gelenkfortsatz ist kurz, aber recht kräftig und breit und nach innen gebogen.

Fig. 25. *Pliosaurus ferox.* Symphyse des Unterkiefers. $^1/_9$ nat. Gr.

Die Knochen, die den Kiefer zusammensetzen, sind dieselben wie bei *Peloneustes.* Das Angulare, das unter dem Gelenk verbreitert und kräftig verdickt ist, verschwindet schon in halber Kieferlänge von der Außenseite und reicht auf der Innenseite nahe der Unterkante als schmaler, spitz auslaufender Streifen zwischen Dentale und Spleniale bis 17 cm vor den Anfang der Symphyse. Das Dentale hört am Kronfortsatz mit senkrechter Sutur auf, schickt aber zwischen Angulare und Supraangulare noch einen 10 cm langen schmalen Fortsatz bis 14 cm vor den Gelenkrand hinein. Auf der Innenseite ist zwischen Angulare und Supraangulare ein langes schmales Praearticulare nachweisbar, nicht aber eine Grenze zwischen Coronoideum und Spleniale, die beide durch den senkrecht wirkenden Druck verschoben und teilweise zerstört sind. Eine Trennungsnaht zwischen Articulare und Supraangulare ist nicht aufzufinden.

Die Maße sind:

Gesamtlänge eines Kieferastes	118,0	cm
Länge der Symphyse	27,0	„
Größte Breite der Symphyse	13,8	„
Schmalste Stelle der Symphyse	11,6	„
Größte Breite des Kiefers zwischen den äußeren Rändern der Gelenke	42,0	„
Länge des Gelenkfortsatzes	8,0	„
Breite „ „	6,0	„
Länge des Gelenks	5,0	„
Breite „ „	12,6	„
Höhe des Kiefers im Gelenk	4,5	„
„ „ „ am Kronfortsatz	10,5	„ (zerdrückt)
„ „ „ hinter der Symphyse	6,0	„

Die Bezahnung.

In den Prämaxillen stehen je 5 Zähne, von denen der erste klein ist und direkt nach vorn schaut. Der zweite, dritte und vierte sind sehr groß und kräftig und nehmen in der angegebenen Reihenfolge an Größe zu. Der fünfte und der erste Zahn in den Maxillen sind wieder klein; sie

werden durch ein 4 cm langes Diastema voneinander getrennt und stehen in der schmalsten Stelle des Kiefers. Der siebente dagegen ist wieder sehr groß, und von da ab werden die Zähne gleichmäßig kleiner.

In jeder Kieferhälfte des Unterkiefers stehen 28 Zähne, von denen nur 6 auf die Symphyse entfallen. Die Größe der Zähne nimmt bis zum vierten zu, von da bis zum siebenten sehr rasch ab. Dieser und die beiden folgenden stehen in der schmalsten Stelle des Kiefers und sind recht klein. Vom zehnten bis zum vierzehnten werden die Zähne wieder etwas größer und bleiben dann bis zu den rasch kleiner werdenden 6 bis 7 letzten Zähnen annähernd gleich groß.

Die Zähne, von denen das Institut eine ganze Anzahl prächtig erhaltener Exemplare birgt, stimmen vollkommen mit den Zähnen überein, die Sauvage [1]) und Lydekker [2]) abbilden und auf welche die Art *Pliosaurus ferox* begründet ist. Es sind außerordentlich kräftige Fangzähne, deren schmelzbedeckte Krone ziemlich stark gekrümmt ist. Der Schmelzbelag weist eine Anzahl kräftiger Längsleisten auf, die jedoch auf der Außenseite nahezu vollständig fehlen, und von denen auf der Innenseite nur wenige die Spitze des Zahnes erreichen. Wie bei *Peloneustes* wechseln längere und kürzere Leisten miteinander ab.

Die Unterschiede, die im Bau des Schädels zwischen *Pliosaurus* und *Peloneustes* bestehen, liegen hauptsächlich in der anderen Begrenzung der inneren Nasenlöcher und der ganz abweichenden Gestalt der Unterkiefersymphyse. Dagegen ist die Uebereinstimmung mit *Thaumatosaurus victor* [3]) unverkennbar, worüber ich mich bei der Besprechung der verwandtschaftlichen Verhältnisse der Pliosaurier näher auslassen werde.

Die Wirbelsäule.

Von den 52 vorhandenen Wirbeln sind 15 dem Hals, 3 der Pectoralgegend, 21 dem Rücken und 13 dem Schwanz zuzuweisen. Ihre Erhaltung ist eine recht schlechte, da sämtliche Wirbel durch seitlichen Druck stark deformiert worden sind und außerdem durch eine weitgehende Mazerierung ihre Feinheiten eingebüßt haben. Eine genauere Beschreibung sowie Maßangaben sind deshalb nicht möglich. Glücklicherweise sind jedoch noch eine Anzahl Halswirbel vorhanden, die zwar einem etwas größeren Individuum, aber doch derselben Art angehören und vorzüglich erhalten sind.

Die Halswirbel.

Die folgende Beschreibung bezieht sich ausschließlich auf die oben angeführten, gut erhaltenen Halswirbel. Sie setzen sich zusammen aus Atlas, Epistropheus und den folgenden 6 Wirbeln, deren obere Bögen und Rippen nicht durch Sutur mit dem Körper verbunden sind.

Atlas und Epistropheus.

Textabb. 26.

Der Atlas ist nicht vollständig vorhanden, es fehlt die linke obere Bogenhälfte. Die einzelnen Teile befinden sich aber in ihrer normalen Lage und lassen den Aufbau des Wirbels in wünschens-

1) Bulletin de la Société géologique de France. Sér. 3. T. 1. pag. 378.
2) Quarterly Journal. 1890. pag. 49.
3) E. Fraas, Plesiosaurier aus dem oberen Lias von Holzmaden. Palaeontographica. Bd. 57. pag. 123ff.

wertester Klarheit erkennen. Dieser unterscheidet sich im Prinzip nicht von dem Atlas des *Peloneustes*. Atlas und Epistropheus sind noch vollkommen voneinander getrennt.

Das unpaare untere Stück (das Basalstück) des Atlas ist weniger stark gebogen als bei *Peloneustes* und bildet die untere Hälfte der Umrahmung des Gelenks für den Condylus. Die Unterseite ist von vorn nach hinten schwach konvex gekrümmt und trägt nahe dem hinteren Rand einen quer verbreiterten, stark vorspringenden Vorsprung, der sehr deutlich durch eine längsgerichtete Einsenkung geteilt ist. Der Hinterrand des Basalstückes ist flach konkav ausgeschnitten und ist dem Vorderrand annähernd parallel. Eine Artikulationsfläche für das Basalstück des Epistropheus ist nicht ausgebildet. Die hinteren oberen Ecken sind zu plumpen kegelförmigen Fortsätzen ausgezogen und außerdem durch steil stehende Facetten für das seitlich hervortretende Odontoideum abgeschnitten.

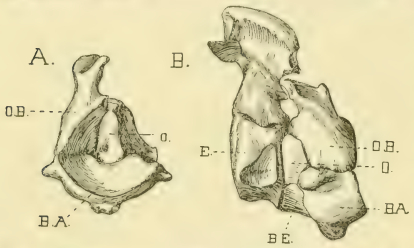


Fig. 26. *Pliosaurus ferox*. Atlas und Epistropheus. $^1/_3$ nat. Gr. A von vorn, B von der Seite.

Die oberen Bögen setzen sich mit breiter, horizontal stehender Fläche auf das Basalstück auf. Sie verbreitern sich nach oben und nehmen schließlich die ganze Breite des Wirbels ein, hinten noch an den Epistropheus anstoßend. Die den vorn verengten, dreieckigen Neuralkanal umgebenden Teile der oberen Bögen sind nach rückwärts gebogen und bilden breite Postzygapophysen, die sich auf die schwach entwickelten Präzygapophysen des Epistropheus legen. Der Boden des Neuralkanals wird zum größten Teil vom Odontoideum gebildet, seitlich nehmen auch noch die oberen Bögen daran teil. Die oberen Bögen treffen sich median nicht.

Der Atlaskörper bildet fast allein die ebene Artikulationsfläche für den Epistropheus, nur der untere Teil wird von dem schon innig mit dem Körper verwachsenen Basalstück des Epistropheus und die seitlichen oberen Ecken von den oberen Bögen eingenommen. Seitlich tritt der Körper in Gestalt eines hohen, schmalen, trapezoidischen Zwischenstückes zwischen Epistropheus einerseits und den oberen Bögen und den Basalstücken andererseits an die Oberfläche. Als abnormale Bildung möchte ich hervorheben, daß die linke Oberfläche bedeutend kleiner ist als die rechte. Nach vorn verschmälert sich der Atlaskörper zu einer hohen dreieckigen Fläche, die der Artikulationsfläche für den Epistropheus parallel ist und den Grund der Gelenkhöhle für den Condylus bildet. Oben nimmt der Körper, wie schon bemerkt, mit hinten breiter, nach vorn spitz zulaufender, stark gerauhter Fläche an der Bildung des Bodens für den Neuralkanal statt.

Das Basalstück des Epistropheus weicht von der für *Peloneustes* beschriebenen Form ab, indem es kurz, aber recht breit ist. Es ist bereis innig mit dem Atlaskörper verschmolzen, nur tiefe seitliche Einkerbungen lassen seine ursprüngliche Selbständigkeit erkennen.

Der Epistropheus unterscheidet sich von den übrigen Halswirbeln nur durch seinen sehr breiten Dornfortsatz und die schwach entwickelten Präzygapophysen. Die vordere Artikulationsfläche für das Zentrum des Atlas ist eben, nur unten zeigt sie eine ganz schwach nach hinten geneigte, breite, aber niedrige, dreieckige Artikulationsfläche für das Basalstück des Epistropheus. Die hintere Artikula-

tionsfläche ist konkav, mit gerundeten Außenrändern, wie bei den übrigen Halswirbeln. Die Unterseite ist stark gerauht und zeigt eine flache mediane Erhebung. Die dreieckigen Ansatzstellen für die Rippen sind bis dicht an den vorderen Rand verschoben. Die kurzen Rippen sind nach vorn- unten geneigt und außen knopfförmig verdickt, mit Andeutung vorderer und hinterer Flügel. Die kräftigen, die ganze Länge des Zentrums einnehmenden oberen Bögen umschließen den großen, beinahe runden Neuralkanal und tragen kräftige Postzygapophysen, die nach außen- unten schauen, während die Präzygapophysen durch Abflachungen an der Vorderseite der oberen Bögen dargestellt worden. Post- und Präzygapophysen sind durch schwache, stark nach vorn- unten geneigte Leisten verbunden. Der niedrige Dornfortsatz ist außerordentlich kräftig und breit (von vorn nach hinten). Er ist oben verdickt und quer gerundet.

Maßangaben:

Atlas:

Länge des Basalstückes	3,9 cm
Breite „ „ (ohne seitliche Fortsätze)	6,8 „
Höhe der oberen Bögen bis zur Basis des Neuralkanals	4,8 „
Länge der oberen Bögen in Höhe des Neuralkanals	4,6 „
Länge des Odontoideums	3,2 „
Größte Breite desselben am hinteren Rand	6,7 „
Länge des Basalstückes des Epistropheus	2,3 „
Breite „ „ „ „	5,5 „
Höhe des Wirbels bis zum Neuralkanal, hinten gemessen,	6,2 „

Epistropheus:

Länge des Zentrums oben	3,7 „
„ „ „ unten	2,7 „
Breite „ „ hinten	6,7 „
Höhe „ „ „	6,0 „
Höhe der Costalfacetten	3,1 „
Breite der Costalfacetten	2,4 „
Länge der Rippen	3,0 „
Länge des Dornfortsatzes in Richtung der Wirbelsäule	5,7 „
Höhe des ganzen Wirbels	13,9 „

Die übrigen Halswirbel.

Taf. III [XXXV], Fig. 4, 5, 6.

Die Zentra der übrigen Halswirbel nehmen sehr rasch an Höhe und Breite zu, werden aber kürzer, so daß beim 8. Wirbel die Länge des Körpers nur die Hälfte seiner Höhe und Breite beträgt. Ihre Artikulationsflächen sind kreisrund, nur oben werden sie durch den Neuralkanal gerade abgeschnitten. Sie sind in der Mitte etwas stärker konkav als bei *Peloneustes* und besitzen breit gerundete, schwach konzentrisch geriefte Ränder. Um die zentrale chordale Vertiefung herum fehlt jede Spur einer Erhebung, dagegen ist unter dem Neuralkanal eine schwache Vorwölbung zu beobachten. Die Seitenflächen sind zwischen den kaum vorspringenden Rändern der Artikulationsflächen schwach konkav und aufgerauht. Auf der Unterseite ist ein sehr breiter und daher undeutlich abgesetzter hämaler Wulst

entwickelt, der die beiden Gefäßlöcher weit auseinanderrückt. Er ist noch über die Ränder der Artikulationsflächen erhöht und ist kräftig aufgerauht. Die großen hohen, seitlich weit vorspringenden Costalfacetten sind durch eine horizontale Rille in zwei gleiche Teile geteilt und nehmen die ganze Länge des Wirbelkörpers ein. Von den oberen Bögen läuft eine schmale Erhöhung auf die Costalfacetten zu. Die breiten oberen Bögen umschließen einen außergewöhnlich großen, kreisrunden Neuralkanal, der jedoch in halber Höhe durch Vorsprünge auf der Innenseite der oberen Bögen eingeengt wird. Ihre Ansatzstellen sind tief ausgehöhlt und erreichen den Vorder- und Hinterrand des Wirbelkörpers; zwischen ihnen ist der gleichmäßig breite Boden des Neuralkanals eben und wird von zwei Foramina durchbohrt. Die Zygapophysen sind bei den vordersten Wirbeln sehr steil gestellt, werden jedoch kaudalwärts flacher; sie sind fast kreisrund, sehr kräftig und springen weit vor. Die Artikulationsflächen der Präzygapophysen sind eben, diejenigen der Postzygapophysen schwach konkav. Die Dornfortsätze sind recht niedrig, aber außerordentlich kräftig und besitzen bei den vordersten Wirbeln einen rhombischen Querschnitt; sie werden jedoch bald breiter und etwas dünner. Sie sind an der Spitze quer verdickt und halbkugelig abgerundet.

Die Halsrippen sind viel kräftiger als bei *Peloneustes* und zeigen wohlentwickelte vordere und hintere Flügel. Anfangs ist das nach vorn gerichtete Tuberculum costae größer als der hintere Flügel, bald aber überwiegt dieser. Bei den letzten (7. und 8.) Halswirbeln wird der hohe Rippenkopf durch seitliche Einkerbungen deutlich in ein oberes Tuberculum und ein unteres Capitulum geteilt. Auf der Hinterkante der Oberseite des kräftigen Rippenhalses läuft, vom Tuberculum ausgehend, ein hoher Grat nach außen und setzt an der flügelartigen Verbreiterung der Rippe plötzlich ab.

Die Maße sind:

	7. Wirbel	8. Wirbel
Länge des Wirbelkörpers unten	4,3 cm	4,1 cm
Breite „ „ hinten	7,8 „	8,1 „
Höhe „ „ „	7,8 „	7,7 „
Breite zwischen den Costalfacetten	10,6 „	11,1 „
Gesamthöhe	18,3 „	—
Höhe des Dornfortsatzes von den Präzygapophysen an	6,5 „	—

Die Pectoralwirbel.

Bei 3 Wirbeln rücken die Rippen allmählich vom Körper zu den Neurapophysen hinauf. Doch werden, wie bei *Peloneustes*, 5 Pectoralwirbel vorhanden gewesen sein. Die Wirbelkörper werden länger, die Ansatzstellen für die Rippen schmaler und höher, und ihre Zweiteilung verschwindet.

Die Rückenwirbel.

Die Rückenwirbel sind wie diejenigen von *Peloneustes* seitlich stark, auf der Unterseite etwas schwächer eingeschnürt, unterscheiden sich von jenen jedoch scharf durch die breit und stark gerundeten Ränder ihrer Artikulationsflächen. Die Seitenflächen werden in halber Höhe und gleich weit vom Vorder- und Hinterrand entfernt von einem Foramen durchbohrt, zu dem sich nahe der Unterseite noch ein zweites gesellen kann, das jedoch auch häufig fehlt. Sie sind dicht an den grob gekerbten Rändern der Artikulationsflächen fein gerunzelt, im übrigen jedoch glatt. Die sehr breiten oberen Bögen nehmen nahezu die ganze Länge des Wirbelkörpers ein und sind innig mit ihm verwachsen. Sie tragen kurze

kräftige Diapophysen und einen sehr breiten Dornfortsatz. Die längsovalen Zygapophysen sind im Verhältnis noch kleiner als bei *Peloneustes* und sind schwach nach innen bzw. außen geneigt.

Die Schwanzwirbel.

Die Schwanzwirbel zeigen noch dieselben gerundeten Ränder ihrer Artikulationsflächen wie die Rückenwirbel. Ihre Unterseite ist scharf von den Seitenflächen abgesetzt, in der Längsrichtung konkav und vorn und hinten durch dreieckige Facetten für die sogenannten chevron-bones abgeschnitten. Sie tragen seitlich kreisrunde, vorstehende Ansatzstellen für die Schwanzrippen, die nicht mit den oberen Bögen zusammenhängen, und unter welchen die Seitenflächen tief eingebuchtet sind. Bei 2 der vordersten Schwanzregion angehörenden Wirbeln werden die Costalfacetten noch von oberen Bögen und Wirbelkörpern zu gleichen Teilen gebildet, und ihre Stümpfe sind sehr hoch, schmal und schwach S-förmig gebogen. Ein Dornfortsatz aus dem mittleren Schwanzteil besitzt einen annähernd kreisförmigen Querschnitt. Er ist recht kräftig, seine Spitze ist schwach verdickt, abgerundet und leicht nach hinten umgebogen.

Die Rippen.

Die Halsrippen sind bereits beschrieben worden.

Die gleichmäßig hohen, dünnen Brustrippen sind gleichmäßig schwach gebogen. Auf der Vorder- und Hinterseite sind flache Längsrinnen ausgebildet, welche das distale Ende erreichen. Der scharf abgesetzte Gelenkkopf ist verdickt und scharfkantig. Das distale Ende ist nur schwach verdickt und gerauht. Der Grat auf der Oberkante ist viel undeutlicher ausgeprägt als bei *Peloneustes*.

Aus der Sacralgegend ist nur eine Rippe vorhanden. Ihr verdicktes proximales Ende trägt zwei etwa einen rechten Winkel miteinander bildende Facetten, die jedoch nicht scharf voneinander abgesetzt sind, und von denen die untere zum Ansatz an den Wirbelkörper die größere ist. Distal ist die Rippe stark verbreitert, abgeflacht und aufgerauht.

Die verhältnismäßig langen Schwanzrippen sind breit und abgeflacht, und ihr zugspitztes äußeres Ende ist nach rückwärts umgebogen.

Der Brustgürtel.

Textabb. 27.

Von dem Brustgürtel sind nur die vollständige rechte Scapula sowie der vordere Teil des rechten Coracoids vorhanden.

Die Scapula ist verhältnismäßig breiter und ihr innerer, ventraler Flügel von vorn nach hinten kürzer als bei *Peloneustes*, auch ist die mediane Vereinigung von Scapula und Coracoid viel breiter. Der vollkommen ebene, ventrale Flügel ist bei weitem der größte. Er ist gleichmäßig dünn, abgerundet-rechteckig und stößt mit seinem langen, geraden Hinterrand an das Coracoid. Der innere mediane Rand ist gleichmäßig schwach gerundet. Dicht hinter dem nahezu geraden Vorderrand des ventralen und hintern äußeren Flügels setzt sich wie bei *Peloneustes* mit 21 cm langer, schmaler Basis der kräftige dorsale Flügel auf. Dieser besitzt einen flach-ovalen Querschnitt, ist überall gleich breit und leicht nach rückwärts gebogen, so daß die Vorderkante schwach konvex, die Hinterkante schwach konkav ist und mit scharfer Krümmung in den hinteren äußeren Flügel übergeht. Der hintere Flügel ist der kleinste. Er ist sehr stark verdickt und trägt zwei unter rechtem Winkel zueinander stehende gleich große Facetten für das Acetabulum humeri und für das Coracoid. Erstere ist glatt und schwach

konkav, letztere stark aufgerauht und höckerig. Der ventrale und der äußere Flügel der Scapula schließen zusammen mit dem Coracoid das vollkommen geschlossene, kleine, längsovale Foramen ovale ein. Eine mediane Symphyse zwischen den beiderseitigen Scapulae besteht nicht, und das Vorkommen eines Episternums zwischen ihnen ist fraglich und bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

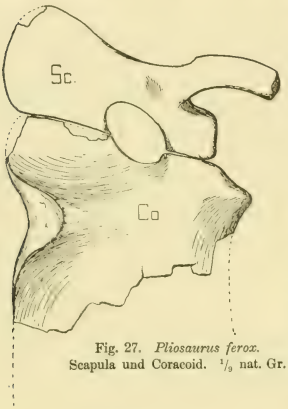


Fig. 27. *Pliosaurus ferox.* Scapula und Coracoid. $^1/_9$ nat. Gr.

Wie die Scapula, so ist auch der vordere Teil des Coracoids ganz ähnlich wie bei *Peloneustes* gebaut.

Vom Acetabulum läuft eine breite und hohe Aufwölbung zur Symphyse hinüber, die der Länge nach schwach konkav ist und am Symphysenrand eine mächtige, halbmondförmige Verdickung des Knochens verursacht. Der Vorderrand des Coracoids wird innenwärts vom Acetabulum vom Foramen ovale ausgeschnitten und tritt dann mit der Scapula in Verbindung. Sein äußerer Teil ist stark verdickt und trägt zwei Gelenkflächen, die einen Winkel von etwa 135 Graden miteinander bilden. Die Gelenkfläche für das Acetabulum ist leicht konkav und größer als die stark aufgerauhte scapulare Facette.

Die Maße sind:

Scapula:	
Größte Breite	55 cm
„ Länge	21,5 „
Länge der Symphyse mit dem Coracoid	40 „
„ des äußeren dorsalen Flügels	25,5 „
Breite „ „ „ „	6,8 „
Coracoid:	
Größte Breite vorn	40 „
Breite an der Aufwölbung	33 „
Länge des Acetabulums	19,3 „
Höhe „ „	8,8 „
Breite des Foramen ovale	8,5 „

Der Beckengürtel.

Textabb. 28, 29, 30.

Der Beckengürtel ist auch nicht vollständig erhalten. Von den Pubes ist wenig mehr als der Gelenkteil vorhanden, dagegen sind die beiden Ischia und das rechte Ileum gut und vollständig erhalten. Ein an dem montierten Skelett angebrachtes linkes Ileum gehört einem anderen, kleineren Individuum an.

Der mäßig verdickte Gelenkteil der Pubes trägt zwei vollständig zusammenhängende und nur wenig voneinander geneigte Facetten, von denen die nach hinten gerichtete die kleinere ist und zur

Vereinigung mit dem Ischium dient. Hinter dem Gelenk springt die Hinterkante etwas zurück, um die schwach konkave vordere Umgrenzung des ziemlich großen Foramen obturatorium zu bilden.

Die Form des Ischiums ist am besten aus der Zeichnung ersichtlich. Es ist im Verhältnis zu seiner Breite bedeutend länger als dasjenige von *Peloneustes*, da seine Länge nahezu die doppelte Breite erreicht, während sie bei *Peloneustes* die Breite nur um $^1/_4$ übertrifft. Außerdem weicht seine Form in der schwalbenschwanzartigen Ausbildung des Hinterrandes von jenem ab. Sein mäßig verdicktes Acetabulum weist 3 höckerige, fast ebene, zusammenhängende Facetten für Pubis, Femur und Ileum auf, von denen die für das Pubis sehr klein ist, und diejenige für das Ileum nach oben schaut. Der Vorderrand ist tiefer ausgebuchtet als bei *Peloneustes* und bildet die hintere Umgrenzung des Foramen obturatorium. Median sendet er einen kurzen und schmalen Fortsatz zur Vereinigung mit dem Pubis nach vorn, so daß also das Foramen

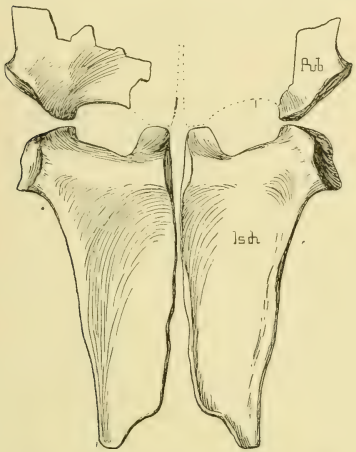


Fig. 28. *Pliosaurus ferox*. Beckengürtel von oben. $^1/_9$ nat. Gr.

Fig. 29. *Pliosaurus ferox*. Rechtes Ilum. $^1/_9$ nat. Gr.

Fig. 30. *Pliosaurus ferox*. Ein linkes Ileum. $^1/_9$ nat. Gr.

obturatorium vollkommen geschlossen ist. Hinter dem Vorderrand ist der Knochen schwach verdickt. Der schmale und sehr lange hintere Flügel ist hinten schwalbenschwanzartig ausgeschnitten und ist gleichmäßig dünn; seine Ränder sind kräftig verdickt.

Das Ileum nimmt an der Bildung des Acetabulum femoris teil. Es ist proximal stark verbreitert und abgeflacht, distal verdickt. Sein verbreiterter Teil endet mit nahezu gerader, scharfer Kante, die mit abgerundeten Ecken in den Vorder- und Hinterrand übergeht. Der Schaft ist viel breiter als bei *Peloneustes*; er ist in seiner oberen Hälfte flach und wird distal dicker. Der Gelenkteil ist verdickt und etwas verbreitert und trägt zwei zusammenhängende Facetten, von denen die kleinere für das Ischium nach unten, die größere für das Acetabulum femoris nach unten und vorn schaut. Beide sind nahezu eben.

Die Messungen ergaben:

Pubis:

Breite des Gelenks	18,6 cm

Ischium:	
Größte Länge	63,5 cm
„ Breite	33,5 „
Breite des Gelenkteils	17,3 „
„ „ Foramen obturatorium	14,0 „
Ileum:	
Länge	26,5 cm
Breite unten	10,6 „
„ oben	16,8 „
„ an der schmalsten Stelle des Schaftes	6,1 „

Wir finden bei den Plesiosauriern in der Ausbildung der Extremitätengürtel, besonders des Brustgürtels, eine solche Mannigfaltigkeit, daß fast jede einzelne Art ihren eigenen Charakter trägt. Selten kommen Clavicula und Episternum nebeneinander vor, meist ist das eine auf Kosten des anderen verschwunden, oder auch beide sind in Wegfall gekommen, so daß die Scapula allein den vorderen Teil des Brustgürtels bildet. Das Foramen ovale ist bald geschlossen, bald offen.

Auch in der Familie der Pliosauridae ist der Brustgürtel nicht einheitlich gebaut. Bei *Peloneustes* schiebt sich ein Episternum zwischen die inneren Flügel der Scapulae ein; bei *Pliosaurus* und *Simolestes* scheint dieses zu fehlen. Claviculae fehlen vollständig. Dagegen ist der verschiedene Bau der Scapula (geschlossenes Foramen ovale bei den hier beschriebenen Formen, offenes bei den bisher bekannten) auf Altersunterschiede zurückzuführen. Zweifellos ist beim ausgewachsenen Tier das Foramen ovale geschlossen, und die mediane Vereinigung von Scapula und Coracoid ist bei *Pliosaurus ferox* sogar sehr breit. Das Wachstum der Scapula ist bei einer Anzahl verschieden alter Brustgürtel von *Cryptocleidus* im Tübinger Museum sehr schön zu verfolgen und zeigt, wie ja auch schon Andrews[1]) dargetan hat, daß die inneren Flügel der Scapulae sich und die Coracoide erst verhältnismäßig sehr spät treffen. Ich möchte auch den von Andrews abgebildeten Brustgürtel von *Simolestes*[2]) als einem jugendlichen Exemplar zugehörig betrachten und zweifle nicht daran, daß dieser beim erwachsenen Tier ebenso gebaut ist wie bei *Pliosaurus*.

Die gewaltige plattenförmige Ausdehnung des Pubes und die langgestreckten Ischia sind allen Pliosauriern eigen und finden sich in ähnlicher Ausbildung nur noch bei *Trinacromerum*.

Die Extremitäten.

Wie bei *Peloneustes*, so ist auch bei *Pliosaurus* der Humerus kürzer als das Femur. Dagegen artikulieren Humerus und Femur distal mit 3 Knochen. Außerdem besitzen sie einen stärker gewölbten Gelenkkopf, einen flacheren Schaft und schärfer ausgeprägte distale Gelenkflächen. Der Trochanter minor des Femur ist mehr nach der Vorderkante gerückt. Ulna, Fibula, Carpus und Tarsus sind noch stärker verkürzt, und die einzelnen Knochen erscheinen daher breiter.

Beide Extremitäten sind sehr unvollständig erhalten.

Die Vorderflosse.

Taf. III [XXXV], Fig. 7; Textabb. 31.

Der kräftige, distal stark verbreiterte Humerus beginnt mit einem sehr kräftigen halbkugeligen Gelenkkopf, der scharf vom Schaft abgesetzt und von oben nach unten zusammengedrückt ist. Der

1) Catalogue of the marine Reptiles of the Oxford Clay. 1910. pag. 176 ff.
2) Ann. Mag. Nat. Hist. 1909. pag. 425.

breite und dicke Schaft geht ziemlich unvermittelt in die distale Verbreiterung über. Auf seiner Oberseite und gegen den ulnaren Rand verschoben ist ein schwacher Trochanter minor entwickelt, der vom Gelenkkopf und Schaft durch eine tiefe Rinne getrennt wird. Die Unterseite trägt einen kräftig entwickelten und aufgerauhten Muskelansatz, der fast die ganze Breite des Schaftes einnimmt und noch auf die Oberseite übergreift. Die distale Verbreiterung beträgt etwas mehr als die Hälfte der Länge des Humerus und ist gegenüber dem Schaft abgeflacht. Das distale Ende trägt drei deutlich voneinander abgesetzte und verdickte Facetten, so daß also auch der Humerus wie das Femur distal mit 3 Knochen artikuliert. Ihre Länge nimmt vom radialen zum ulnaren Ende ab, sie sind annähernd gerade und unter gleich kleinen Winkeln voneinander geneigt. Ober- und Unterseite des Humerus sind fein längsgerieft.

Die Maße sind:

Länge	40,2 cm
Größter Durchmesser des Gelenkkopfes	11,3 „
Größte Breite am distalen Ende	21,8 „
Breite des Schaftes an der schmalsten Stelle	9,4 „

Radius und Pisiforme fehlen.

Die breite und stark verdickte Ulna ist abgerundet-fünfseitig und am Außenrand zugeschärft. Das proximale Ende ist gerade, das distale trägt zwei einen Winkel von 130° miteinander bildende, gleich lange Facetten. Ihr Innenrand ist tief eingebuchtet, der Außenrand abgerundet.

Die Maße sind:

Länge	7,6 cm
Breite	9,5 „
Länge der proximalen Facette	7,9 „

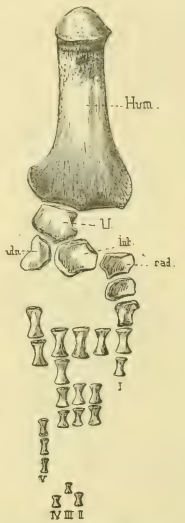


Fig. 31. *Pliosaurus ferox.* Linke Vorderextremität von unten. $^1/_6$ nat. Gr.

In der proximalen Reihe der Carpalia sind Radiale, Intermedium und Ulnare vorhanden, von denen das Intermedium am größten und kräftigsten ist. Es sind polygonale Knochen mit verdickten Rändern und durchweg breiter als lang. Das Radiale artikuliert proximal mit dem Radius, distal mit dem I. distalen Carpale und innenwärts mit dem Intermedium. Dieses artikuliert proximal mit Radius und Ulna, distal mit langer Fläche mit dem II. distalen Carpale und mit ganz kurzer Fläche mit dem III. distalen Carpale; außen mit kurzer Fläche mit dem Ulnare. Dieses ist dünn und nach außen abgeflacht und artikuliert proximal mit der Ulna, distal mit gleichen Flächen mit dem III. distalen Carpale und dem V. Metacarpale. Das einzige vorhandene I. distale Carpale ist ein kurzer, breiter, rechteckiger Knochen mit verdickten, scharfkantigen Rändern an den ebenen proximalen und distalen Artikulationsflächen und zugeschärftem Außen- und Innenrand. Das breite und kurze I. Metacarpale trägt am Außenrand proximal einen ähnlichen schnabelartigen Fortsatz wie bei *Peloneustes*. Es ist distal stärker verdickt als an seinem proximalen Ende. — Die Phalangen sind stark abgeflacht und in der Mitte kräftig eingeschnürt; ihre ovalen Endflächen sind eben.

7*
50*

Die Hinterflosse.

Taf. III [XXXV], Fig. 8; Textabb. 32.

Die Hinterflosse gleicht der Vorderflosse sowohl in der Form als auch in der Erhaltung.

Das Femur ist länger als der Humerus, distal jedoch ebenso stark verbreitert. Der Schaft ist breit und im Querschnitt flach-oval. Der Trochanter minor ist etwas stärker entwickelt als beim Humerus. Er ist gegen die tibiale Kante verschoben, beginnt dicht unter dem Gelenkkopf und ist von diesem kaum abgesetzt. Auf der Unterseite des Schaftes wird ein wohl umgrenzter, stark höckeriger Muskelansatz durch einen 6 cm langen, schwach längsgerieften Zwischenraum vom Gelenkkopf getrennt. Etwas tiefer entspringt auf der Oberseite, aber stark dem Hinterrand genähert, ein zweiter, schwächer entwickelter und langgestreckter Muskelansatz. Die distale Verbreiterung trägt zwei deutlich voneinander abgesetzte Facetten, wovon die $^2/_3$ der Breite einnehmende Facette für Fibula und Pisiforme stark konvex gekrümmt und kaum verdickt ist, während die tibiale Facette schwach konkav und beträchtlich verdickt ist.

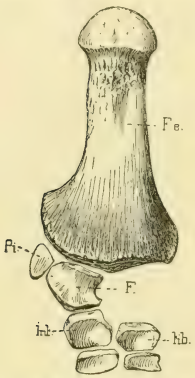


Fig. 32. *Pliosaurus ferox.* Linke Hinterextremität von unten. $^1/_6$ nat. Gr.

Die Maße sind folgende:

Länge	52,0 cm
Größter Durchmesser des Gelenkkopfes	15,1 „
Größte Breite am distalen Ende	28,5 „
Breite des Schaftes an der schmalsten Stelle	10,9 „
Dicke daselbst	6,8 „

Die Tibia fehlt.

Die Fibula gleicht der Ulna. Sie ist abgerundet-fünfseitig und gleichmäßig dick; ihre verdickten Ränder sind scharfkantig. Der tibiale Rand ist stark eingebuchtet. Der äußere Rand trägt zwei unter einem Winkel von etwa 100° gegeneinander geneigte, konvexe Facetten, eine längere für das Fibulare, und eine kürzere für ein Pisiforme.

Größte Länge	9,3 cm
„ Breite	11,7 „
Länge der proximalen Facette	9,0 „

Das dünne Pisiforme ist abgerundet-dreiseitig und etwas länger als breit. Seine Facette für die Fibula ist schwach verdickt. Die Länge beträgt 6,5 cm, die Breite 5,5 cm.

In der proximalen Reihe der Tarsalia sind nur Tibiale und Intermedium vorhanden. Beides sind sechsseitige Knochen mit ringsum verdickten scharfkantigen Rändern. Das Tibiale ist viel breiter als lang; es ist kürzer, aber ebenso breit wie das Intermedium. Die dem Tibiale und Intermedium entsprechenden distalen Tarsalia sind sehr kurz, breit und außerordentlich dick. Bemerkenswert sind bei den Tarsalia die Korrosionserscheinungen; sämtliche Knochen weisen an den Rändern mehr oder weniger tiefe Löcher auf.

Das einzige Metatarsale ist außer durch seine Größe von den wenigen erhaltenen Phalangen nicht zu unterscheiden. Diese sind abgeflacht zylindrisch, in der Mitte ziemlich stark eingeschnürt und der Länge nach undeutlich gerieft. Ihre Artikulationsflächen sind eben.

Vergleich mit anderen Arten.

Zum Vergleich unserer Form mit den bereits bekannten Unterarten von *Pliosaurus* ziehen wir am besten die Form der Zähne und der Halswirbel heran.

Wie schon bemerkt, sind die Zähne unserer Form von denen von *Pliosaurus ferox* nicht zu unterscheiden, und auch die Wirbel stimmen recht gut mit den Abbildungen und der Diagnose (Fehlen einer Erhebung um die chordale Vertiefung der Artikulationsflächen, stark vorspringende, geteilte Costalfacetten, ein auf die obere Costalfacette zulaufender Grat, kräftige Zygapophysen, rauhe Beschaffenheit der Oberfläche) überein, die LYDEKKER[1]) von Halswirbeln dieser Art gibt. *Pliosaurus brachydirus*[2]) OWEN besitzt schwach vorspringende, ungleiche Costalfacetten. und die zentrale Einsenkung in der vorderen Artikulationsfläche wird von einer Warze umgeben. Die Halswirbel von *Pliosaurus macromerus*[3]) PHILLIPS (= *Plios. grandis* OWEN) dagegen sind viel zu groß, außerdem werden ihre Endflächen von einer Grube eingefaßt.

Unsere Form gehört also zu *Pliosaurus ferox* SAUVAGE.

Die Diagnose lautet folgendermaßen:

Schädel sehr groß und langgestreckt, die inneren Nasenöffnungen nur von Vomer und Maxillen begrenzt. Symphyse des Unterkiefers verbreitert, mit je 6 Zähnen, $^1/_4$ der ganzen Kieferlänge betragend. Die großen und kräftigen Zähne gekrümmt, ihr Schmelzbelag auf der Innenseite mit abwechselnd langen und kurzen Leisten bedeckt, Außenseite nahezu glatt, wie bei *Peloneustes*. Zentra der Halswirbel doppelt so breit wie lang, mit breitem hämalem Wulst. Ihre Artikulationsflächen etwas stärker konkav als bei *Peloneustes*, mit breit gerundeten Rändern; eine Erhebung um die chordale Vertiefung fehlt. Die geteilten Costalfacetten stark vorstehend. Neuralkanal groß und rund, Dornfortsätze kurz und sehr kräftig. Artikulationsflächen der Rückenwirbel mit breit gerundeten Rändern; ihre Zentra stark eingeschnürt. Dornfortsätze breit. Brustgürtel breit, Scapula mit langem dorsalem Flügel, mediane Vereinigung von Scapula und Coracoid noch breiter als bei *Peloneustes*. Clavicularer Bogen fehlt. Ischia sehr langgestreckt, Foramen obturatorium geschlossen. Humerus kürzer als Femur, beide distal stark verbreitert und mit 3 Knochen artikulierend. Diese breiter als lang.

Auf den übereinstimmenden Bau der Zähne, der Extremitätengürtel, der Ober- und Unterarmknochen mit *Peloneustes* wurde bereits in der Beschreibung hingewiesen. Es bestehen jedoch zwischen den beiden Gattungen auch eine ganze Reihe von unterscheidenden Merkmalen, die ihre Trennung voneinander rechtfertigen. Die wichtigsten derselben sind bei *Peloneustes*:

Die Verschiebung der inneren Nasenlöcher weiter nach hinten und die Teilnahme der Palatina an ihrer Umgrenzung.

Die viel bedeutendere Länge der Unterkiefersymphyse.

Die längeren Halswirbel und die stärker abgeflachten Endflächen derselben.

Das Vorhandensein eines Episternums. Die distale Artikulation des Humerus und Femur mit nur 2 Knochen.

Die geringere Körpergröße.

Trotzdem ist die nahe Verwandtschaft dieser beiden Gattungen nicht zu leugnen. Es ist aber

1) LYDEKKER, Catalogue of fossil Reptilia and Amphibia. 1889. Part II. pag. 145.
2) LYDEKKER, Catalogue. pag. 123.
3) LYDEKKER, Catalogue. Part II. pag. 131.

unwahrscheinlich, daß *Peloneustes* der direkte Vorfahre von *Pliosaurus* ist, wie LYDEKKER[1]) zuletzt annimmt.

Als Vorfahren der Pliosauridae sind Plesiosaurier aus der Gruppe *Thaumatosaurus* zu betrachten, von denen ein vorzüglich erhaltener Vertreter im *Thaumatosaurus victor* aus dem oberen Lias von Holzmaden durch E. FRAAS[2]) bekannt wurde. Es sprechen dafür:

Der gedrungene Bau des ganzen Tieres. Der große Schädel, der bei *Thaumatosaurus victor* bereits eine deutlich abgesetzte Schnauze besitzt. Auch ist die Uebereinstimmung im Bau des Gaumens unverkennbar. Die inneren Nasenlöcher werden allein von Vomer und Maxillen begrenzt, die langgestreckten Palatina schließen hinten nicht dicht mit den Pterygoiden zusammen, und auch diese sind ganz ähnlich gestaltet wie bei *Pliosaurus*.

Die kurze, verbreiterte und abgesetzte Symphyse des Unterkiefers.

Der übereinstimmende Bau der Zähne. — Der kurze Hals mit Halswirbeln, die fast doppelt so breit wie lang sind, doppelte Rippenansatzflächen und einen scharf ausgeprägten hämalen Kiel besitzen.

Die Uebereinstimmung im Bau des Atlas.

Das Vorhandensein eines Pisiforme.

Die größere Länge des Humerus gegenüber dem Femur.

Bei *Pliosaurus* ist der Schädel länger geworden, der Hals kürzer und die Artikulationsflächen der Halswirbel flacher. In den Extremitätengürteln haben sich bedeutende Umwandlungen vollzogen, indem die Knochen sehr langgestreckt geworden sind. Der claviculare Bogen ist vollständig verschwunden, dafür hat sich der dorsale Flügel der Scapula kräftig entwickelt. Das Pisiforme ist (bei *Pliosaurus ferox*) vollends an der Ulna hinaufgerückt und erreicht den Humerus. Die Unterarmknochen sind stark verkürzt.

Pliosaurus erreicht den Höhepunkt seiner Entwicklung im Kimmeridge. Nach WILLISTON[3]) zeigt *Brachauchenius* aus der Kreide (Benton cretaceous) von Kansas große Aehnlichkeit im Bau des Schädels und des Halses mit *Pliosaurus*, besitzt aber einköpfige Halsrippen. Wenn wir jedoch bedenken, daß auch bei *Pliosaurus*-Wirbeln aus dem Oxford und Kimmeridge ein Verschwinden der Zweiteilung der Costalfacetten auf einer Seite beobachtet wurde[4]), dann brauchen wir uns nicht zu wundern, wenn im Laufe der Weiterentwicklung die Costalfacetten durchweg einheitlich geworden sind.

Von der Entwicklungsreihe *Thaumatosaurus—Pliosaurus—Brachauchenius* hat sich noch vor dem Beginn des Oxfordien die Gattung *Peloneustes* abgezweigt. Sie tritt unvermittelt und gleichzeitig neben *Pliosaurus* auf, besitzt flachere Halswirbelendflächen und eine viel längere Unterkiefersymphyse und kann daher nicht als Vorläufer von *Pliosaurus* betrachtet werden. Die inneren Nasenöffnungen sind weiter nach hinten verschoben und werden auch noch von den Palatina begrenzt; das Episternum ist erhalten geblieben, dagegen ist das Pisiforme gänzlich verloren gegangen. Die Gattung ist besonders aus dem Oxford und Kimmeridge bekannt, reicht jedoch bis in die untere Kreide hinein, aus der KOKEN einige Rückenwirbel von *Peloneustes Kanzleri* beschreibt[5]).

1) Quart. Journ. Geol. Soc. 1890. pag. 49 ff.
2) Palaeontographica. Bd. 57. pag. 123.
3) Proceedings of the United States National Museum. Vol. 32. 1907. pag. 485.
4) Vgl. LYDEKKER, Catalogue. T. 4. pag. 273.
5) Centralblatt. 1905. pag. 691.

Pliosaurus grandis (Owen).

1839 *Pliosaurus grandis* Owen, Brit. Ass. Adv. Science Report. Vol. 9. 1839.
1841 *Pliosaurus grandis* Owen, Brit. Ass. Adv. Science Report. Vol. 11. 1841.
1870 *Pliosaurus macromerus* Phillips, Geology of Oxford. 1871. pag. 354.
1852 *Pliosaurus giganteus* Wagner, Abh. K. bay. Akt. Wiss. Bd. 6. 1852. H. 3. pag. 696.
?1838 *Ischyrodon Meriani* Meyer, Palaeontographica. Bd. 5, 6. pag. 19; Neues Jahrbuch. 1838. p. 414.

Der Schädel.

Taf. IV [XXXVI], Fig. 1a, b; Textabb. 33—37.

Zum Studium des Schädelbaues von *Pliosaurus grandis* standen mir zwei Schädel aus dem Oxfordton von Fletton in England zur Verfügung, von denen jedoch nur das Schädeldach erhalten ist. Das eine Exemplar, zu dem noch ein Unterkiefer gehört, befindet sich in der Tübinger Universitätssammlung, während das andere im Stuttgarter Naturalienkabinett aufbewahrt wird. Von einem dritten Schädel, der von einem jungen Tier stammt, besitzt die Sammlung einzelne Bruchstücke des Schädeldaches und des Gaumens, sowie das Basioccipitale.

Fig. 33. *Pliosaurus grandis*. Stuttgarter Exemplar. Schädel von oben. $^1/_9$ nat. Gr.

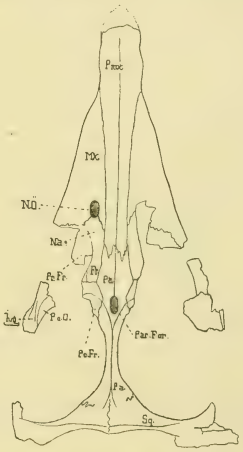


Fig. 34. *Pliosaurus grandis*. Tübinger Exemplar. Schädel von oben. $^1/_{12}$ nat. Gr.

In seiner äußeren Form gleicht der Schädel einem gleichschenkligen Dreieck, dessen Höhe nahezu die doppelte Breite der Basis erreicht. Sein Außenrand ist an der Grenze von Prämaxillen und Maxillen konkav eingebuchtet, wölbt sich dann hinter dieser Einbuchtung um denselben Betrag vor und

wird dann wieder schwach konkav. Die Schnauze ist löffelartig gerundet und ihr Außenrand durch die Zahnalveolen ausgebuchtet.

Die Prämaxillen bilden den deutlich abgesetzten Schnauzenteil und senden einen langen facialen Fortsatz nach hinten, der zwischen den Nasenlöchern am schmalsten ist, hinter denselben wieder etwas breiter wird und in der Mitte zwischen den Nasenlöchern und dem Parietalforamen mit komplizierter Sutur an das Parietale grenzt. Sie ragen im vorderen Teil nicht über die Oberfläche der Maxillen hinaus, bilden dagegen besonders zwischen den Nasenöffnungen einen hochgewölbten Rücken. Die mediane Naht ist hinten in eine Rille eingesenkt, während sie auf dem durch Grübchen und Rillen skulpturierten Schnauzenteil gratartig aufgetrieben ist.

Die Maxillen sind die größten Knochen auf der Oberseite des Schädels. Ihre Grenze mit den Prämaxillen läuft zuerst eine kurze Strecke weit senkrecht zur Längsrichtung des Schädels und biegt dann nach hinten um. Sie bilden die vordere Umgrenzung der Nasenlöcher, reichen aber zwischen diesen und den Prämaxillen noch etwas hinter sie zurück. Außen läuft ihr Hinterrand von den Nasenlöchern erst senkrecht nach außen, biegt dann nach hinten um und reicht bis nahe an das Squamosum zurück, von denen die Maxillen durch das Jugale getrennt werden. Ihr vorderer Teil ist ebenfalls mit Grübchen versehen.

Die Prämaxillen grenzen in der Mitte zwischen Parietalforamen und

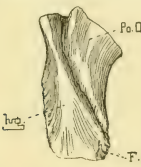


Fig. 35. *Pliosaurus grandis.* Postorbitale und Jugale von oben. $^1/_3$ nat. Gr.

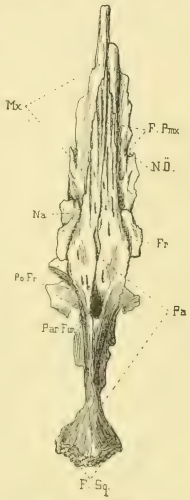


Fig. 36. *Pliosaurus grandis.* Schädelfragment von oben. $^2/_{15}$ nat. Gr.

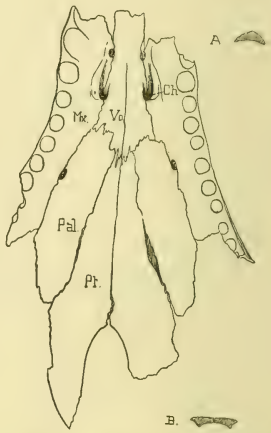


Fig. 37. *Pliosaurus grandis.* Schädelfragment, Gaumenseite. $^2/_{15}$ nat. Gr. A Querschnitt durch die Vomeres. B Querschnitt durch die Pterygoide.

den Nasenlöchern an die vorderen Fortsätze der Parietalia, die in der Mitte verbreitert und quer konvex gerundet sind. Die mediane Naht bleibt bestehen.

Seitlich vom Parietalforamen sind Nähte sichtbar, die von dem vorderen inneren Winkel der Schläfengruben nach vorn-oben steigen und sich dann schräg nach außen wenden. Diese trennen ein Postfrontale ab. Nach vorn grenzt dieses mit deutlicher, senkrecht zur Längsrichtung des Schädels

gerichteter Sutur an einen langen, schmalen Knochen, der nahtlos vom Postfrontale bis zum Hinterrand der Nasenöffnung reicht. Er wäre in seinem hinteren Teil als Frontale, vorn als Nasale zu deuten. Er grenzt nach außen an einen dünnen, aber breiten Knochen mit schwach konvexem Außenrand, der als Praefrontale bezeichnet werden muß. Zwischen den Hinterrand der Maxillen und die Orbita schiebt sich ein Lacrymale ein. Dieses bildet die halbe vordere und äußere Umgrenzung der Orbita, ist vorn breit und stößt mit seinem schmalen hinteren Fortsatz an das Jugale. Dieses bildet die hintere Hälfte der äußeren Begrenzung der Orbita, legt sich vorn auf die hinterste Spitze der Maxillen, innen von oben her auf das Postorbitale, das die vordere Umgrenzung des Schläfendurchbruches bildet und noch mit dem Squamosum in Verbindung tritt.

Die Parietalia bilden mit ihrem hinteren Teil die schmale, hohe Trennungswand zwischen den Schläfendurchbrüchen, verbreitern sich jedoch nach hinten stark und bilden mit konkaver Krümmung den inneren hinteren Rand der Schläfengrube. Deutliche Spuren einer Sutur mit dem Squamosum zeigen sich im inneren hinteren Winkel des Schläfendurchbruches, wo sich die beiden konkav gebogenen Innenränder vom Parietale und Squamosum in einer schwach ausgeprägten Ecke treffen.

Das Squamosum ist bei keinem der Schädel vollständig erhalten. Der obere Flügel ist schmal, aber hoch. Seine Unterseite ist breit gerundet, während oben eine hohe und scharfe Kante ausgebildet ist, die vom Hinterrand allmählich nach vorn umbiegt und niedriger wird. Der vordere Flügel ist schmal. Sein konkaver Innenrand ist wulstartig verdickt, während der gerade Außenrand dünn ist. Der untere Flügel mit dem Quadratum ist bei beiden Exemplaren abgebrochen.

Ein Bruchstück eines dritten Schädels zeigt sehr schön die Form der Parietalia und ihre Lage zu den angrenzenden Knochen.

Die Parietalia besitzen die Form, wie ich sie für die langschnauzigen Plesiosaurier nachgewiesen habe. Ihre mediane Naht ist in ihrer ganzen Länge, also auch in dem hinter dem Parietalforamen gelegenen Teil sehr klar zu sehen. Es ist dies deshalb wichtig, da die Parietalia in den allermeisten Fällen in ihrem hinteren Teil nahtlos miteinander verschmolzen sind. Um so deutlicher müßte daher bei diesem Exemplar eine Naht zwischen den Parietalia und den median zusammenschließenden Frontalia sichtbar sein. Da von einer solchen Naht auch nicht das allergeringste zu beobachten ist, so ist damit erwiesen, daß sich tatsächlich die Parietalia über das Parietalforamen hinaus bis zu den Prämaxillen und Maxillen erstrecken.

Das Hinterende der Parietalia ist vom Squamosum durch Mazeration losgelöst. Der Knochen verbreitert sich nach hinten ziemlich stark und endigt mit kräftig aufgerauhter, abgerundeter Fläche, mit der er sich an das Squamosum anlegte. Die Unterseite dieses verbreiterten Teiles ist nahezu eben und ebenfalls aufgerauht. Diese Grenze zwischen Parietale und Squamosum entspricht vollkommen den Beobachtungen, die ich bei *Peloneustes* und bei dem Tübinger Schädel von *Pliosaurus grandis* machen konnte. Nach vorn verbreitert sich der Knochen nur schwach und umschließt ein 3 cm langes, 1,2 cm breites Parietalforamen.

Die vorderen Fortsätze der Parietalia sind außerordentlich lang und erstrecken sich noch 16 cm weit über die äußeren Nasenöffnungen hinaus nach vorn, wo sie sich von oben her auf die Maxillen auflegen. Sie erreichen 6,5 cm vom Vorderrand des Parietalforamens entfernt ihre größte Breite und werden nach vorn ganz allmählich schmäler, um schließlich in eine Spitze auszulaufen. Ihre Oberseite ist im vorderen Teil kräftig längsgerieft und dient zum Ansatz für die Prämaxillen, deren facialer Fortsatz sich von oben her auf die Parietalia auflegt. Die Prämaxillen haben sich losgelöst und fehlen.

Die Parietalia erstrecken sich also über die Frontalia hinweg weit nach vorn und schieben sich zwischen die Maxillen und Prämaxillen ein, jene von oben her bedeckend, während sie ihrerseits von den Prämaxillen bedeckt werden. Es ist damit eine sehr kräftige Versteifung der Längsachse des Schädels erreicht worden, was infolge der starken Verlängerung der Schnauze nötig geworden ist.

Die Maxillen reichen unter den Parietalia bis zu den Frontalia zurück. Sie bilden die innere Begrenzung der Nasenlöcher und werden hinter denselben von oben her von den Nasalia bedeckt, die sich median an die Prämaxillen (und Parietalia?) anschließen. Die Nasalia stoßen hinten mit nach außen konvexer Sutur an die Frontalia; ihr vorderer Teil fehlt zwar, doch sind dessen Ansatzstellen auf den Maxillen zu erkennen.

Die Frontalia kommen auf der Oberfläche des Schädels seitlich von den Parietalia zum Vorschein, reichen bis zur breitesten Stelle der vorderen Fortsätze derselben rückwärts und grenzen mit senkrecht zur Längsrichtung des Schädels gerichteter Naht an die Postfrontalia. Unterhalb der Parietalia nähern sich jedoch die Frontalia bedeutend, und es ist möglich, daß sie sich noch median berühren, doch kann dies nicht genau festgestellt werden, da sie durch Gebirgsdruck teilweise zerstört worden sind. Es ist also deutlich zu beobachten, daß die Parietalia über die Frontalia hinweg nach vorn gewachsen sind und die Frontalia sich oberflächlich nicht mehr median berühren.

Die Maße sind folgende:

	Tübinger Exemplar	Stuttgarter Exemplar	Bruchstücke
Länge des Schädels	110 cm (unvollständig)	116 cm	—
Größte Breite am Hinterrand	—	63,5 „	—
Breite des Schädels am Beginn der Maxillen	10,4 cm	14,4 „	—
Entfernung der Maxillen von der Schnauzenspitze	—	24,5 „	—
Entfernung des Parietalforamens von der Schnauzenspitze	—	83,0 „	—
Entfernung der Nasenöffnungen von der Schnauzenspitze	—	60,5 „	—
Entfernung der Nasenöffnungen vom Parietalforamen	22,0 „	22,5 „	24 cm
Entfernung der Nasenöffnungen voneinander	7,8 „	8,3 „	8,5 „
Länge der äußeren Nasenöffnungen	4,5 „	4,1 „	ungenau
Breite „ „ „	2,5 „	2,4 „	—
Länge des Parietalforamens	5,0 „	4,0 „	3,0 cm
Breite „ „	2,0 „	1,5 „	1,2 „
Länge der Maxillen	—	68 „	—
„ „ Prämaxillen	—	66 „	—
Parietale:			
Gesamtlänge	—	—	67 „
Länge vor dem Parietalforamen	13,0 „	—	38 „
Größte Breite daselbst	9,5 „	—	9,9 „
Länge hinter dem Parietalforamen	—	—	29 „
Größte Breite am hinteren Ende	—	—	11,9 „

Maße der Orbita und des Schläfendurchbruches können nicht angegeben werden, da diese ungenau ergänzt sind.

Von der Unterseite des Schädels sind im Zusammenhang erhalten der vordere Teil der Pterygoide, die Palatina, der hintere Teil des Vomers und Teile der Maxillen.

Die Pterygoide spitzen sich vom hinteren Ende der Palatina nach vorn zu, wo sie mit dem Vomer in innige Sutur treten. Es sind flache Knochen, die auf der dem Schädeldach zugewandten Seite entlang ihren Seitenrändern durch Knochenleisten verstärkt sind. Ihre Grenzen mit den Palatina sind vorn gerade und werden hinten schwach konkav. Die Vereinigung mit den Palatina ist eine sehr lockere, so daß stellenweise schmale Zwischenräume frei bleiben; ebenso ist der mediane Zusammenschluß der Pterygoide nur ein lockerer. Von einer Trennung der Pterygoide durch ein Parasphenoid ist nichts zu beobachten. Die Pterygoide schließen bis zum hinteren Gaumendurchbruch zusammen und biegen dann plötzlich nach außen ab. Das Parasphenoid muß sich wie bei *Thaumatosaurus victor* von innen her auf die Pterygoide gelegt haben.

Die Palatina sind 10 cm vor ihrem Hinterrande am breitesten und spitzen sich nach hinten rasch zungenförmig zu. Nach vorn werden sie ganz allmählich schmäler und legen sich mit breiter Rundung auf den Vomer. Außen werden sie in nahezu gerader Linie von den Maxillen begrenzt. Diese Sutur ist durch ein schmales, 1 cm langes Foramen unterbrochen, das links 21 cm, rechts aber 24 cm vom Hinterrande des Palatinums entfernt ist.

Vorn stoßen Palatina und Pterygoidea an den Vomer, der eine Trennung nur in seinem hintersten Teil aufweist, sonst nahtlos verschmolzen und hochgewölbt ist. Seine größte Breite erreicht er am Hinterende seiner Grenze mit den Maxillen, nach vorn verschmälert er sich allmählich. Er wird außen von den Maxillen begrenzt.

Die Alveolen in den Maxillen sind nach außen und vorn gerichtet, ihre Oeffnung ist kreisrund, nur diejenige der vorderen großen Alveolen ist quer-oval. Innenwärts und etwas nach hinten verschoben befindet sich neben jeder Alveole eine seichte Grube, auf deren Grund hie und da ein Ersatzzahn sichtbar ist.

Die inneren Nasenöffnungen werden nur vom Vomer und den Prämaxillen begrenzt. Sie liegen 6,5 cm vor den äußeren Nasenöffnungen, kehren ihre Oeffnungen nach vorn und endigen in einer flachen Rinne. Etwa 7 cm vor den Choanen wird der Gaumen von einem zweiten Paar Oeffnungen durchbohrt, die kleiner als die Choanen sind und mit ihnen durch jene seichte Rinne verbunden werden. Ganz ähnlich angeordnete und ausgebildete Durchbrüche beschreibt Owen[1]) von *Pliosaurus grandis*. Da er jedoch die hinteren Gaumendurchbrüche für die inneren Nasenöffnungen hielt, kam er in Verlegenheit mit der Deutung jener Foramina und bezeichnete beide als „nervo-vascular foramina".

Dieselbe Anordnung der Knochen auf der Gaumenseite zeigt auch *Pliosaurus ferox*, jedoch ist die Form der Palatina und der Pterygoidea eine etwas andere.

Vom Hinterhaupt ist nur das Basioccipitale vorhanden. Es bildet den konvexen, im Umriß kreisrunden, oben jedoch durch den Boden des Foramen magnum abgeschnittenen Condylus. Dieser ist besonders auf der Unterseite scharf von dem übrigen Teil des Knochens abgesetzt und ist durch zahlreiche Löcher perforiert, die alle um die zentrale chordale Vertiefung angeordnet sind. Die Oberseite des Basioccipitale wird zum größten Teil von den Facetten für die Exoccipitalia, die noch in ganz geringem Maße an der Bildung des Condylus teilgenommen haben, eingenommen. Diese Facetten sind in querer Richtung horizontal, in der Längsrichtung dagegen schwach nach vorn geneigt, so daß der

1) Kimmeridge Clay Reptilia (Mon. Pal. Soc.). Part II. 1868. pag. 3.

sehr schmale Boden des Foramen magnum kranialwärts auf einen Grat ausläuft. Die Seitenflächen sind zu kräftigen, aber sehr kurzen Fortsätzen ausgezogen, deren Endflächen Facetten für die Pterygoidea darstellen. Sie sind durch große Löcher perforiert und schauen nur wenig nach unten. Die Unterseite des Basioccipitale wird von den aus ihrer ursprünglichen Lage verschobenen und zerbrochenen Pterygoidea bedeckt.

Von den Exoccipitalia ist nur ein paroccipitaler Fortsatz in Gestalt eines langen, sehr flachen, spatelförmigen Knochens vorhanden, der distal verbreitert und aufgerauht ist.

Die Maße sind folgende:

Pterygoid:	
Länge des vorderen Flügels	28 cm
Gesamtbreite am hinteren Ende der Palatina	19,3 „
Palatinum:	
Länge	29,5 „
Größte Breite	7,0 „
Vomer:	
Größte Breite	8,0 „
Breite zwischen den Choanen	6,5 „
Abstand der Choanen vom Vorderrande des Pterygoids	10 „
Breite des Condylus	7,8 „
Höhe „ „	6,3 „
Breite des Basioccipitale zwischen den seitlichen Fortsätzen	11,0 „

Der Unterkiefer.

Textabb. 38.

Der hintere Teil des Unterkiefers ist durch vertikal wirkenden Druck stark deformiert und vom Gelenk ab zerstört. Dagegen ist die Symphyse gut erhalten.

Diese ist kürzer als bei *Pliosaurus ferox* und beträgt nur etwa $^1/_5$ der Kieferlänge. Auch in ihrer äußeren Form unterscheidet sie sich von jener scharf durch ihre gleichmäßigere Breite und ihr breit gerundetes Vorderende, was ein Vergleich der Abbildungen am besten zeigt. Die Unterseite ist in der vorderen Hälfte abgeflacht und hinten flach gekielt. Der interalveoläre Teil der Symphyse ist herausgebrochen.

Fig. 38. *Pliosaurus grandis*. Symphyse des Unterkiefers. $^1/_6$ nat. Gr.

Von dem Unterkiefer des Stuttgarter Schädels ist nur der etwas zerdrückte Symphysenteil erhalten. Dieser ist ebenfalls gleichmäßig breit und vorn breit gerundet. Zwischen den Alveolen ist in der Mediane ein hinten breiter, nach vorn schmal und niedrig werdender Grat ausgebildet, der etwa beim dritten Zahn verschwindet.

Die freien Aeste sind vorn niedrig und dick und werden nach hinten zu allmählich höher und dünner. Die höchste Stelle befindet sich am Ende des Dentale, doch kommt es nicht zur Bildung eines Kronfortsatzes. Von da ab wird der Kieferast wieder niedriger und breiter und ist schwach nach innen gebogen. Die obere Kante des Supraangulare ist eben, abgeflacht und stark verbreitert und erreicht seine größte Breite mit 5 cm 13,5 cm hinter dem höchsten Punkt des Kiefers. Bis

dahin ist der Innenrand des Supraangulare ganz schwach konkav und geht unter Bildung einer deutlichen Ecke mit 14,6 cm langer, stark konkaver Krümmung in den inneren Teil des Gelenkes über. Dieses ist samt dem Gelenkfortsatz zerstört.

Ueber die Knochen, die den Kiefer bilden, kann wegen der schlechten Erhaltung nichts ausgesagt werden.

Die Maße sind:

Länge der Symphyse	23,5 cm
Breiteste Stelle in der Mitte der Symphyse	14,6 „
Schmalste Stelle kurz hinter „ „	12,0 „
Länge der Alveolarreihe	75,0 „

Die Bezahnung.

In jeder Kieferhälfte des Oberkiefers sind bei dem Stuttgarter Exemplar 29—30 Zähne vorhanden, von denen 6 in den Prämaxillen stehen. Der erste ist klein, der zweite und der fünfte sind etwas größer, drei und vier sind groß, während der sechste Zahn nur sehr klein ist. Dieser letzte kleine Zahn in den Prämaxillen fehlt beim Tübinger Exemplar, und es ist anzunehmen, daß bei diesem nur 5 Zähne in den Prämaxillen stehen. Eine genaue Feststellung ist nicht möglich, weil die Schnauzenspitze abgebrochen ist. — Zwischen dem letzten Zahn in den Prämaxillen und dem ersten Zahn in den Maxillen ist ein 5,7 cm langes Diastema. In den Maxillen nehmen die Zähne bis zum dritten oder vierten an Größe zu, von da an werden sie ganz allmählich kleiner. Beim Tübinger Exemplar sind innenwärts von den Alveolen nur im vordersten Teil der Prämaxillen Längsrinnen angedeutet. Sie lösen sich bald in einzelne Gruben auf, in deren Grund die Ersatzzähne sichtbar sind. Im Diastema fehlen auch diese.

Im Unterkiefer stehen auf jeder Seite 25 Zähne, davon 6 ganz und der siebente zur Hälfte in der Symphyse. Die Zähne sind alle ausgefallen; von den Alveolen ist die erste klein und schaut direkt nach vorn, die zweite ist größer, 3—5 sind sehr groß, 6—8, die in der schmalsten Stelle des Kiefers stehen, sind klein, die neunte ist wieder größer, und von da ab nehmen die Alveolen ganz allmählich an Größe ab, nur die 5 letzten werden sehr rasch kleiner.

Die Zwischenräume zwischen den Alveolen 2—5 sind gleich, zwischen 5—8 ebenfalls gleich, jedoch etwas größer, 1,4—1,5 cm groß. Bei den folgenden Alveolen sind sie dann wieder kleiner.

Zähne, die sich zu einer Beschreibung eignen würden, sind keine erhalten.

Vergleich mit anderen Arten.

In ihrer äußeren Form gleichen die Schädel außerordentlich dem von *Pliosaurus ferox*. Doch sind, soweit man an den mangelhaften Ueberresten sehen kann, einige Abweichungen vorhanden. Bei unserer Form ist die Schnauzenspitze mehr gerundet, das Diastema an der Grenze von Prämaxillen und Maxillen ist bedeutend länger. Auch ist die hintere Grenze der Maxillen eine etwas andere, indem sie von den äußeren Nasenöffnungen senkrecht nach außen verläuft und dann nach hinten umbiegt, während sie bei *Pliosaurus ferox* nach den Angaben von Andrews[1]) erst eine Strecke weit dem Außenrand des Schädels parallel nach hinten verläuft und sich dann wieder nach vorn wendet. Die vorderen Flügel der Pterygoide sind spitzer, und das Hinterende der Palatina ist anders gestaltet als bei *Pliosaurus*

1) Quart. Journ. Geol. Soc. 1897. pag. 177.

ferox. Dagegen ist die Form der Unterkiefersymphyse eine ganz andere, während die verschiedene Zahl der Zähne (bei *Pliosaurus ferox* 28, bei unserer Form 25) nicht so sehr in Betracht kommt.

Pliosaurus brachydirus Owen[1]) unterscheidet sich durch seine kaum abgesetzte Schnauze, die größere Zahl der Zähne (35) im Oberkiefer und in der Symphyse (8—9) und in der abweichenden Gestalt der Symphyse.

Am besten stimmen unsere Exemplare mit *Pliosaurus grandis*[2]) Owen (= *Pl. macromerus* Phillips) überein, von dem allerdings nur die Unterseite des Schädels bekannt ist. Doch ist die Zahl, Verteilung und Größe der Zähne, die Form der inneren Nasenöffnungen, sowie der Bau des Unterkiefers derselbe, wenn auch die Vergleichsobjekte durchweg größer sind. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß jene nur aus dem Kimmeridge beschrieben sind, während unsere Form aus dem Oxford stammt. Die Größenunterschiede sind daher bei der Länge der Zeit, welche die beiden Formen voneinander trennt, nicht von großer Bedeutung und gestatten eine Vereinigung unserer Art mit *Pliosaurus grandis* Owen. Ich wende diesen Namen an, der bereits 1839 bzw. 1862 aufgestellt wurde, obwohl Lydekker, der in seinem „Catalogue of fossil Reptilia, Part II" diese Art mit dem erst 1871 von Phillips beschriebenen *Pliosaurus macromerus* vereinigt, den Namen *Pliosaurus macromerus* gebraucht.

Der Rückenwirbel.

Ein etwas zerdrückter Wirbelkörper nebst einer zugehörigen Rippe wären ihrer Größe nach ebenfalls zu dieser Art zu stellen.

Der Wirbelkörper stammt aus der mittleren Rückengegend und ist um $^1/_3$ kürzer als hoch. Seine Artikulationsflächen sind kreisrund, leicht konzentrisch gerieft und schwach konkav. Ob die kleine, runde, chordale Vertiefung von einem Wulst umgeben ist, läßt sich nicht feststellen, da diese Gegend durch Druck gelitten hat. Die Seiten des Wirbelkörpers sind zwischen den Artikulationsflächen gleichmäßig stark konkav und an den Rändern gerieft. Unter den Ansatzstellen für die oberen Bögen sind sie eine kurze Strecke weit eben und gehen dann mit gleichmäßiger Rundung in die ebenfalls gerundete Unterseite über. Diese wird in gleicher Entfernung von Vorder- und Hinterrand und 7,8 cm voneinander entfernt von zwei großen, runden, tief eingesenkten Gefäßlöchern durchbohrt, in deren Umgebung der Knochen abgeflacht ist. Die tief ausgehöhlten Ansatzstellen für die oberen Bögen nehmen die ganze Länge des Wirbelkörpers ein. Zwischen ihnen ist der glatte Boden des Neuralkanals schwach konkav, von vorn nach hinten eben und in der Mitte fast um die Hälfte schmäler als am Ende. Die oberen Bögen waren nur durch Knorpel mit dem Körper verbunden und sind verloren gegangen.

Die Maße betragen:

Länge (unten gemessen)	12,4 cm
Breite	17,7 „
Höhe	17,8 „

Die Rippe hat dieselbe riesige Größe wie der Wirbelkörper und ist gleichmäßig schwach gekrümmt. Der schmale und sehr hohe Gelenkkopf ist eben. Hinter ihm wird der Rippenhals allmählich niederer. Die Rippe ist in ihrer ganzen Länge gleichmäßig dick und hoch. Hinter dem Gelenkkopf ist die obere Kante durch eine schwach nach vorn geneigte Fläche abgestumpft und stark ver-

1) Lydekker, Catalogue. Part II. pag. 123; Phillips, Geology of Oxford. 1871. pag. 341 ff.
2) Palaeontographical Society 1868; Phillips, Geology of Oxford. 1871. pag. 354.

breitert, so daß der Querschnitt an jener Stelle dreieckig ist. Von der zweiten Hälfte ab sind Vorder- und Hinterseite durch breite und sehr flache Rinnen ausgehöhlt.

Länge der Rippe	105,0 cm (unvollständig)
Höhe des Gelenkkopfes	10,7 „
Breite der Rippe 15 cm hinter dem Gelenkkopf	5,1 „
Höhe daselbst	6,7 „

Pliosaurus spec.

Linke Vorderextremität.

Taf. IV [XXXVI] Fig. 2; Textabb. 39.

Diese Extremität zeichnet sich durch ihre riesige Größe aus und ist fast vollständig erhalten, nur vom Humerus fehlt der Gelenkkopf, auch fehlen einige Endphalangen. Ihre Länge beträgt ohne die fehlenden Endphalangen 140 cm, diejenige des Humerus allein 64 cm. Die Breite ist am distalen Ende des Humerus 35 cm, am Carpus 30,5 cm und am Metacarpus 28,5 cm. Sie stammt aus dem Oxfordton von Fletton in England.

Der Humerus ist außerordentlich kräftig und massig. Proximal ist sein Querschnitt beinahe kreisrund und nur wenig abgeflacht; eine stärkere Abflachung im Verein mit einer Verbreiterung ist erst in der unteren Hälfte zu beobachten. Der Gelenkkopf scheint nicht besonders entwickelt gewesen zu sein, und der schwache Trochanter auf der Oberseite hängt mit dem Gelenkkopf zusammen und ragt nur ganz wenig über den Schaft hervor. Unterhalb des Trochanters ist der Schaft längsgerieft. Am hinteren Rand ist auf der Oberseite ein langgezogener gratartiger Muskelansatz vorhanden, dahinter eine ganz flache Längsmulde. Der Muskelansatz auf der Unterseite ist kräftig ausgebildet, etwas gegen die Vorderkante verlagert und stark höckerig. Der Vorderrand des Schaftes ist in der oberen Hälfte ganz schwach konvex und wird dann konkav. Der Hinterrand ist in der oberen Hälfte gerade und springt dann mit stark konkaver Krümmung zu der hinten flügelartig ausgezogenen distalen Verbreiterung vor. Der Schaft ist distal abgeflacht und zugleich verbreitert und im letzten Fünftel seiner Länge kräftig längsgerieft. Die distale Verbreiterung beträgt über die Hälfte der Länge des Schaftes. Ober- und Unterseite sind am Vorder- und Hinterrand in geringer Breite konkav ausgehöhlt, zwischen diesen flachen Mulden jedoch konvex. Das distale Ende des Schaftes ist kreisförmig abgeschnitten, nur die kurze Facette für den Radius ist gerade. Die Ränder der Facetten sind leicht aufgeworfen.

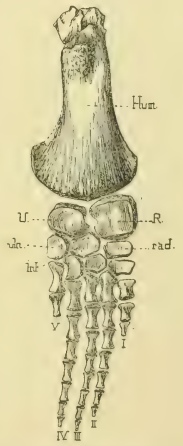


Fig. 39. *Pliosaurus* sp. Vorderextremität von unten. $^1/_{15}$ nat. Gr.

Die Maße sind:

Länge	64 cm
Größte Breite am distalen Ende	35 „
Breite des Schaftes an der schmalsten Stelle	13,3 „
Dicke „ „ „ „ „ „	10,6 „

Der Radius ist eine beinahe quadratische, große Knochenplatte mit abgerundeten Ecken und verdickten proximalen und distalen Enden. Ober- und Unterseite sind an den Rändern radiär gerieft. Der kurze Innenrand zeigt eine kleine, aber tiefe Einkerbung etwa in der Mitte der Länge des Radius; die innere distale Ecke ist durch eine kurze Facette für das Intermedium abgeschnitten, die doppelt so lange Facette für das Radiale ist ganz schwach konvex gekrümmt.

Maße:

Länge	15,9 cm
Breite	15,8 „
Länge der proximalen Facette	15,1 „

Die Ulna ist kürzer und schmäler als der Radius. Sie ist breiter als lang, hat ebenfalls verdickte Ränder und gelenkt mit gerader Kante an den Humerus. Der Außenrand ist stark konkav gekrümmt. Distal sind zwei gerade Facetten für Ulnare und Indermedium vorhanden, von denen diejenige für das Intermedium die längere ist. Der Innenrand ist durch eine flache Einkerbung unterbrochen.

Maße:

Länge	12,6 cm
Breite	14,2 „
Länge der proximalen Facette	10,6 „

Das Radiale stellt einen rechteckigen, kurzen, aber breiten, sehr dicken Knochen vor mit konkaven Oberflächen. Es artikuliert proximal mit ausgehöhlter Facette mit dem Radius, distal mit dem I. distalen Carpale und mit der inneren, abgeschrägten Ecke mit dem II. distalen Carpale. Das sechseckige Intermedium ist größer, aber dünner als das Radiale und gelenkt proximal mit dem Radius und mit längerer Facette mit der Ulna, distal mit dem II. und III. distalen Carpale. Das Ulnare, ebenfalls sechseckig, aber noch länger und etwas schmäler als das Intermedium, dabei nach außen abgeflacht, artikuliert proximal mit der Ulna, distal mit dem III. distalen Carpale und dem V. Metacarpale.

Die distalen Carpalia sind polygonale Knochen, die vom radialen zum ulnaren Ende hin an Größe zu und an Dicke abnehmen. Das erste artikuliert distal mit dem I. Metacarpale und mit der inneren abgeschrägten Ecke mit dem II. Metacarpale; das zweite zu gleichen Teilen mit dem II. und III. Metacarpale; das dritte allein mit dem IV. Metacarpale, während das V. Metacarpale in die Reihe der distalen Carpalia verschoben ist.

Die kräftigen Metarcapalia sind lang, abgeflacht und in der Mitte schwach eingeschnürt. Diese Einschnürung wird bei den Phalangen bedeutend stärker. Diese sind fast zylindrisch und ihre Artikulationsflächen sind eben. Die Zahl der Phalangen beträgt an den Fingern I—V 2, 6, 7, 6, 1; doch werden es an jedem Finger noch einige Phalangen mehr gewesen sein, da die jetzigen Endphalangen noch verhältnismäßig groß und kräftig sind.

Diese Extremität ist schwer unter einer der bekannten Arten von *Pliosaurus* unterzubringen.

Die Beschreibung, die Owen von *Pliosaurus grandis* gibt[1]) (Gelenkkopf elliptisch und schwach konvex, distale Verbreiterung ziemlich regelmäßig halbkreisförmig, Vorderrand schwach, Hinterrand stärker konkav, kein Trochanter, unter dem Gelenkkopf rauher Muskelansatz), würde einigermaßen auf unsere Form passen, nicht aber die Maße.

1) Report on British fossil Reptiles, in Brit. Association for the Advancement of Science. 1839. pag. 83.

	Pliosaurus spec.	*Pliosaurus grandis*		
Länge	64 cm	41,9 cm	35,5 cm	44,4 cm
Distale Breite	45 „	20,3 „	17,8 „	18,6 „
Breite, wenn Länge = 100 gesetzt	54,6 „	48,4 „	50,1 „	41,9 „

Wir sehen, daß die Humeri zu kurz und distal zu wenig verbreitert sind.

Vergleichen wir die Maße, die LYDEKKER[1]) unter *Pliosaurus macromerus* PHILLIPS, mit dem er den OWENschen *Pliosaurus grandis* vereinigt hat, gibt:

	Pliosaurus spec.	Humerus		Femur	
Länge	64 cm	72,4 cm	64,4 cm	85,3 cm	93,6 cm
Distale Breite	35 „	33 „	26,5 „	31,6 „	43 „
Breite, wenn Länge = 100	54,6 „	45,6 „	41,1 „	37 „	45,9 „

Wir finden hier bei genügender Länge eine viel zu geringe distale Verbreiterung, was auch bei der Abbildung, die LYDEKKER von einem Humerus gibt, deutlich zum Ausdruck kommt.

Ziehen wir noch den *Pliosaurus brachydirus* OWEN, dessen Humerus ebenfalls Aehnlichkeit mit unserer Form hat, zum Vergleich heran. Nach PHILLIPS[2]) ist die Diagnose des Humerus folgende: „Kein vorspringender Trochanter. Hinter dem Gelenkkopf wird der Schaft niedergedrückt elliptisch und geht dann, indem er fortwährend dünner und breiter wird, in einen nahezu halbkreisförmigen Rand über, der in der Mitte noch 9,5 cm dick ist.“ Nach LYDEKKER[3]) sollen jedoch Humerus und Femur einen kleinen proximalen Trochanter besitzen. Der Querschnitt des Schaftes unserer Form stimmt mit der Abbildung, die PHILLIPS gibt, vollkommen überein. Vergleichen wir nun noch die Maße.

	Pliosaurus spec.	*Pliosaurus brachydirus*	
Länge	64 cm	66,8 cm	55,8 cm
Distale Breite	35 „	32,4 „	26 „
Breite, wenn Länge = 100 gesetzt	54,6 „	48,5 „	47 „

Es fällt wiederum die geringe distale Breite auf, die jedoch nicht so beträchtlich ist, wie bei den gleich großen Humeri von *Pliosaurus grandis*. Ferner ist zu berücksichtigen, daß weder von *Pliosaurus brachydirus* noch von *Pliosaurus grandis* Abbildungen und Maße von Extremitäten vorhanden sind, die aus dem Oxfordton stammen, sondern daß diese sich alle auf Exemplare aus dem Kimmeridge beziehen.

Der Humerus von *Pliosaurus ferox* unterscheidet sich durch seine anders gestaltete distale Verbreiterung und die größere Breite der Ulna.

Der Humerus von *Peloneustes* ist viel kleiner, obwohl seine distale Endigung unserer Form ähnelt.

Eine Einreihung der oben beschriebenen Vorderextremität in eine der bestehenden Arten ist also nicht möglich.

1) LYDEKKER, Catalogue. Part II. pag. 137 ff.
2) PHILLIPS, Geology of Oxford. 1871. pag. 351.
3) LYDEKKER, Catalogue. Part II. pag. 123.

Ueber die beiden ersten Halswirbel der Plesiosaurier.

Textabb. 40.

Als Anhang zu vorstehender Abhandlung möchte ich eine Untersuchung über die beiden ersten Halswirbel der Plesiosaurier überhaupt folgen lassen. Es standen mir zu diesem Zweck außer den bereits von mir beschriebenen ersten Halswirbeln von *Peloneustes* und *Pliosaurus* noch 2 weitere Exemplare erster Halswirbel aus dem Oxford von England zur Verfügung, und zwar der Atlas und Epistropheus von *Cryptocleidus oxoniensis,* der zu dem montierten Skelett in der Tübinger Universitätssammlung gehört, sowie die beiden ersten Halswirbel eines *Cimoliosaurus,* welche mir der Vorstand des Stuttgarter Naturalienkabinetts, Herr Prof. Dr. E. Fraas, freundlichst geliehen hat.

Es soll zunächst auf die früher beschriebenen ersten Halswirbel von Plesiosauriern, die für die Untersuchung von Wert sind, kurz eingegangen werden.

Owen beschreibt Atlas und Epistropheus von *Plesiosaurus* (*Cimoliosaurus*) *pachyomus* aus dem Kimmeridge[1]). Bei diesem bildet das Basalstück des Atlas (I. subvertebral wedgebone) das untere Drittel des Gelenks für das Hinterhaupt, die verwachsenen Basen der Neurapophysen bilden den oberen Rand, und der dazwischen liegende Teil oder der Grund der Höhlung wird durch das Zentrum des Atlas gebildet. Auf der Unterseite schiebt sich zwischen Atlas und Epistropheus ein Basalstück des Epistropheus (II. subvertebral wedgebone) ein, das jedoch mit beiden Knochen und dem großen I. subvertebral wedgebone verwachsen ist.

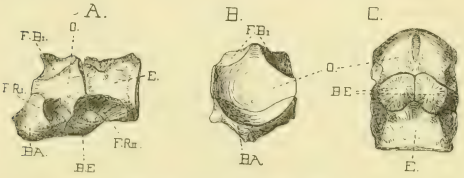


Fig. 40. *Cimoliosaurus* sp. Atlas und Epistropheus. A von der Seite, B von vorn, C von unten. $^2/_3$ nat. Gr.

Bei *Pliosaurus Etheridgii* aus dem unteren Lias (Ostreabeds) von Street, der von Huxley[2]) untersucht wurde, ist das Odontoideum vollkommen vom Occipitalgelenk ausgeschlossen, das nur von den getrennten Neurapophysen und dem Basalstück des Atlas gebildet wird. Der Hinterrand des letzteren ist seitlich zu einer Art Horn ausgezogen, das die Seiten des mit dem Odontoideum verwachsenen Basalstückes des Epistropheus überdeckt.

Dieselben Stücke zeigt ein von Barrett beschriebener Atlas eines liassischen Plesiosauriers[3]), bei dem die einzelnen Teile noch getrennt sind. Doch nimmt das Zentrum des Atlas (das Odontoideum) in beträchtlichem Maße an der Bildung des vorderen Gelenks teil und trennt zugleich die Neurapophysen voneinander, indem es allein den Boden des Neuralkanals bildet. Die Rippen des Epistropheus artikulieren teilweise an dessen Basalstück.

In neuerer Zeit hat Williston die ersten Halswirbel von *Dolichorhynchops (Trinacromerum)*

1) R. Owen, On the atlas, axis and subvertebral wedge-bones in the *Plesiosaurus*. Ann. and Mag. Nat. Hist. Vol. 20. 1847. pag. 217.

2) Huxley, The structure of the atlas and axis of *Plesiosaurus Etheridgii*. Quarterly Journal. Geol. Soc. 1858. pag. 288.

3) Barrett, On the atlas and axis of the *Plesiosaurus*. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 3. Vol. 2. 1853. pag. 361.

Osborni aus der Kreide von Kansas genau beschrieben[1]). Der Atlas besteht aus dem Basalstück und den lateralen Neurapophysen, die zusammen eine Art Ring um den vorderen Teil des Odontoideums bilden. Zwischen das Basalstück des Atlas und den Körper des Epistropheus schiebt sich auf der Unterseite ein großes Basalstück des Epistropheus ein, das mit dessen Körper und dem seitlich an die Oberfläche tretenden Odontoideum eine Facette für die Rippe des Epistropheus bildet. Der Atlas trägt keine Rippen.

E. Fraas[2]) bildet einen medianen Längsbruch durch die vordere Halsregion von *Thaumatosaurus victor* aus dem oberen Lias von Holzmaden ab, auf dem auch die ersten Halswirbel erhalten sind. Es ist zu erkennen, daß beide Basalstücke ansehnlich entwickelt waren.

Eigenartige Verhältnisse zeigen Atlas und Epistropheus des Stuttgarter Exemplars von *Plesiosaurus Guilelmi Imperatoris*, das von demselben Autor beschrieben wurde[3]). Der vorderste Teil des sehr ansehnlichen Odontoideums wird von einem bogenförmigen Knochen umgeben, der die Umrahmung des Gelenks bildet und auf der Unterseite weit nach hinten reicht. Das Odontoideum trägt obere Bögen und nach Dames auch einen kurzen knopfförmigen Dornfortsatz. Beide Wirbel tragen Rippen.

Bei *Muraenosaurus* aus dem Oxford ist nach Andrews[4]) der Körper des Atlas (das Odontoideum) sehr groß, so daß Basalstück und Neurapophysen weit voneinander getrennt werden. Letztere nehmen die oberen seitlichen Ecken des Odontoideums ein, während die vordere untere Ecke durch das Basalstück des Atlas abgeschnitten wird. Ein Basalstück des Epistropheus fehlt. Die Rippen des Atlas artikulieren am Körper und Basalstück zu gleichen Teilen, die des Epistropheus nur an dessen Körper.

Die beiden ersten Halswirbel von *Cryptocleidus*, die mir vorliegen, unterscheiden sich in ihrem Bau nur unwesentlich vom oben geschilderten von *Muraenosaurus*.

Dagegen ist der Atlas des vorn erwähnten jüngeren *Cimoliosaurus* durch das Vorkommen eines paarig ausgebildeten Basalstücks des Epistropheus interessant. Die oberen Bögen sind abgefallen, es ist jedoch klar zu erkennen, daß sie nicht mit dem Basalstück des Atlas in Verbindung treten. Sie liefern die obere Begrenzung des Gelenks für den Condylus, dessen Seiten vom Odontoideum, und dessen Unterseite vom weit vorspringenden Basalstück des Atlas gebildet wird. Das Odontoideum ist mit dem Epistropheus verwachsen und tritt in viel beträchtlicherem Maße an die Oberfläche als bei *Peloneustes* und *Pliosaurus*. Zwischen das Basalstück des Atlas und den Epistropheus schiebt sich auf der Unterseite ein kleineres paariges Zwischenstück ein, das aus zwei rhombischen Knochen besteht, genau dieselbe Lage einnimmt, wie das Basalstück des Epistropheus bei *Pliosaurus*, und diesem gleichzusetzen ist. Atlas und Epistropheus tragen Rippen. Diejenigen des Atlas sind sehr kurz und plump und setzen sich an das Odontoideum und das Basalstück des Atlas an, während die des zweiten Wirbels zum größeren Teil an diesem selbst und zum kleineren Teil an seinem Basalstück und dem Odontoideum sitzen.

Auf die verschiedenen Deutungen einzugehen, welche die einzelnen Stücke des Atlas und Epistropheus erlitten haben, würde zu weit führen, sie sind auch schon von Erwin Auer für den ähnlich gebauten Krokodilatlas zusammengestellt worden[5]). Ich möchte nur erwähnen, daß bereits Richard Owen 1858 das Odontoideum als das wahre Zentrum des Atlas erkannte, während er die

1) Williston, North American Plesiosaurs. 1903. Part II. pag. 32 ff.
2) E. Fraas, Plesiosaurier aus dem oberen Lias von Holzmaden. Palaeontographica. Bd. 57. pag. 130.
3) Loc. op. cit. pag. 112.
4) Catalogue of the marine Reptiles of the Oxford clay. 1910. Part I. pag. 92 ff.
5) E. Auer, Ueber einige Krokodile der Juraformation. Palaeontographica. Bd. 55. pag. 231 ff.

Basalstücke als „detached cortical parts of the real centrum“ oder als rudimentäre Hämapophysen ansah. Ferner vertritt in neuerer Zeit O. Jaekel[1]) die Ansicht, daß der Typus der Wirbelbildung bei höheren Wirbeltieren auf den temnospondylen Wirbelbau der Stegocephalen zurückzuführen sei, und benützt zur Beweisführung auch den oben beschriebenen Atlas eines *Cimoliosaurus*. Er kommt zu dem Resultat, daß das Odontoideum den verwachsenen Pleurocentren, das Basalstück dem Hypocentrum des temnospondylen Wirbels entspricht. Auch wäre nach seiner Ansicht das Basalstück des Epistropheus nicht homolog dem des Atlas, da er die Homologie der entsprechenden Stücke im Ichthyosaurieratlas leugnet und den bei geologisch älteren Ichthyosauriern an der unteren Grenze einiger weiterer Halswirbel auftretenden Basalstücken nur die Bedeutung sekundärer, variabler Schaltstücke beimißt.

Dieser Umstand erscheint von vornherein unwahrscheinlich. Auch habe ich am Odontoideum selbst bei sehr jungen Exemplaren keine mediane Naht oder Furche beobachten können, die auf eine Verschmelzung aus zwei Teilen, den beiderseitigen Pleurocentra, hinweisen würde. Dagegen ist am Odontoideum des Plesiosaurieratlas zu beobachten, daß dieses von der Chorda durchbohrt wurde. Würde es den Pleurocentra entsprechen, dann dürfte es keine chordale Vertiefung aufweisen, da beim temnospondylen Wirbel das Hypocentrum von der Chorda durchbohrt wird.

Einen sicheren Aufschluß über die Bedeutung der einzelnen Stücke gibt die Entwicklungsgeschichte, die auch allein eine befriedigende Erklärung mancher Tatsachen, wie das Fehlen der Rippen am Atlas oder die paarige Anlage eines Basalstückes, möglich macht. Schauinsland[2]) berichtet über die Entwicklung der ersten Halswirbel, die er bei der *Hatteria* studiert halt, folgendermaßen: „Beim Atlas trennen sich die Neuralbögen frühzeitig vom Körper und vereinigen sich mit dem sehr großen Bogen des vorhergehenden Zwischenwirbels. Der Atlaskörper verschmilzt, indem der dorsale Teil des kaudal auf ihn folgenden Zwischenwirbels sich allmählich rückbildet, mit dem Körper des zweiten Zwischenwirbels und wird dessen Zahnfortsatz. Der Bogen des Zwischenwirbels zwischen dem ersten und zweiten Wirbel ist ganz außerordentlich umfangreich.“ Es ergibt sich daraus folgende Homologisierung der Bestandteile des Plesiosaurieratlasses:

1) Das Odontoideum (Zentrum nach Owen, Barrett, Williston u. a., Pleurocentra nach Jaekel) ist der eigentliche Wirbelkörper und besitzt den Wert eines der folgenden Wirbelkörper.

2) Das Basalstück des Atlas (wedgebone nach Owen, Huxley, Barrett, Intercentrum nach Williston, Hypocentrum nach Jaekel) ist der verknöcherte ventrale Zwischenwirbelbogen und ist homolog dem Basalstück des Epistropheus und auch homolog dem Basalstück des 3. Halswirbels bei älteren Ichthyosauriern.

Diese ventralen Zwischenwirbelbögen können nach Schauinsland entweder in der Gestalt eines geschlossenen Bogens oder zweier getrennter Stäbe oder zweier ganz niederer Stümpfe oder einer Knochenspange mit Dornfortsatz auftreten, was für die Beurteilung jenes paarig ausgebildeten ventralen Zwischenstückes zwischen dem 1. und 2. Wirbel bei *Cimoliosaurus* wichtig ist. Es wurde ursprünglich von Jaekel als oberste Stücke (Diapophysen) der Rippen des Epistropheus angesehen, doch schon E. Fraas meint, daß es sich eher um ein paarig angelegtes Schaltstück handle, was die Entwicklungsgeschichte bestätigt. Ich kann jedoch aus Mangel an Material nicht feststellen, ob die Basalstücke bei

1) O. Jaeckel, *Placochelys placodonta* und die Organisation der Placodonten. Aus: Resultate der wissenschaftl. Erforschung des Balatonsees. Bd. 1. 1. Teil. 1907. pag. 39. — Ferner Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1904. pag. 109.

2) F. Schauinsland, Weitere Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der *Hatteria*. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. 56. 1900. pag. 747 ff.

Plesiosauriern immer paarig angelegt werden. Der geteilte Vorsprung an der Unterseite des ersten Basalstückes bei *Pliosaurus ferox* scheint darauf hinzudeuten.

Von den Komponenten, die den Atlas zusammensetzen, ist das Odontoideum am variabelsten. Wir finden in seiner Ausbildung Anklänge sowohl an Ichthyosaurier als auch an Krokodilier, Anklänge, die sich in der Bildung des Gelenkes für den Schädel äußern.

Einmal wird das Gelenk fast allein vom Odontoideum gebildet, das die oberen Bögen weit vom Basalstück trennt. Jene bilden die seitlichen oberen Ecken, dieses die untere Umrahmung der Gelenkhöhle. Diesen Zustand finden wir bei *Muraenosaurus*, *Cryptocleidus*, *Tricleidus*, *Picrocleidus*, *Plesiosaurus* (*Cimoliosaurus*) *pachyomus*, *Cimoliosaurus* spec.

Das andere Mal bilden die mit dem Basalstück sich vereinigenden oberen Bögen zusammen eine Art Ring um das Odontoideum. Dadurch wird dieses von der Unterseite und fast ganz von den Seitenflächen verdrängt und tritt nur als schmales Zwischenstück zwischen den Basalstücken des Atlas und Epistropheus und den oberen Bögen einerseits und dem Epistropheus andererseits an die Oberfläche. Von der Gelenkhöhle bildet es nur den inneren Teil oder kann auch ganz davon ausgeschlossen werden (bei *Plesiosaurus Etheridgii*). Vertreter dieser Ausbildungsweise sind der *Plesiosaurus* Barretts, *Pliosaurus*, *Peloneustes*, *Dolichorhynchops* (*Trinacromerum*) und wahrscheinlich auch *Thaumatosaurus victor*.

Eine Stellung für sich nimmt *Plesiosaurus Guilelmi imp.* ein. Zwar ist bei dessen Atlas das Odontoideum auf das Zentrum der Gelenkfläche beschränkt, allein der Ring wird nur von dem Basalstück gebildet, da das Odontoideum seine oberen Bögen selbst trägt.

Vergleichen wir nun das Verhältnis von Schädel- und Halslänge bei den oben genannten Gattungen, indem wir deren Index cervico-cephalus berechnen! Dieser ist bei:

Muraenosaurus (44 Halswirbel) 14,2,
bei *Cryptocleidus* (32 Halswirbel) 30,9;
bei *Picrocleidus* mit 39 Halswirbeln und
bei *Cimoliosaurus* mit 35—44 Halswirbeln

wird der Index ähnlich niedrig gewesen sein. Der Index für *Plesiosaurus Guilelmi imp.* ist 13,5.

Diesen gegenüber stehen die auffallend hohen Indices folgender Gattungen:

Thaumatosaurus (27 Halswirbel) 47,3,
Peloneustes (19 Halswirbel) 102,5,
Pliosaurus (etwa 20 sehr kurze Halswirbel) ähnlich,
Dolichorhynchops (19—23 Halswirbel) etwa 88.

Es ist ohne weiteres die Uebereinstimmung der hohen Indices, die einen gegenüber dem Schädel kurzen Hals angeben, mit der Sonderung des Atlas in Ring und Odontoideum ersichtlich. Die Ursache dieser Sonderung ist wohl darin zu suchen, daß der lange Schädel an dem verhältnismäßig kurzen Hals eine größere Beweglichkeit erfordert, die durch die Ausbildung eines Drehgelenks angestrebt wird. In dem seitlichen Zusammenschluß von Basalstück und oberen Bögen des 1. Wirbels ist daher ein Zwischenstadium in der Herausbildung eines um das Odontoideum drehbaren Ringes zu erblicken, wie er sich bei höheren Wirbeltieren findet. Den langhalsigen Plesiosauriern war schon durch die Länge des Halses eine genügende Bewegungsmöglichkeit des Kopfes geboten.

Die Beziehungen des Basalstückes des Atlas zur Gelenkbildung sind schon im vorhergehenden erörtert worden. Der an der Unterseite dieses Basalstückes fast stets auftretende, sogenannte hypapophysical ridge ist als Rudiment eines Dornfortsatzes zu betrachten.

Ein Basalstück des Epistropheus tritt scheinbar nicht immer auf. Es ist aber anzunehmen, daß es stets angelegt wird, jedoch schon sehr früh mit dem Odontoideum verschmilzt. Diese Annahme ist um so wahrscheinlicher, als das Basalstück schon innig mit dem Odontoideum verschmolzen ist, lange bevor dieses mit dem Epistropheus verwächst, und nur infolge der bei den geologisch jüngeren Plesiosauriern einsetzenden Auflockerung der Wirbelteile bei diesen noch getrennt beobachtet werden kann. — Das Vorkommen eines zweiten Basalstückes beim Plesiosaurieratlas unterscheidet diesen scharf von den sonst recht ähnlich gebauten ersten Halswirbeln mancher fossiler Krokodile (*Enaliosuchus, Metriorhynchus, Stenosaurus* u. a.).

Ueber die übrigen Wirbelteile ist wenig zu sagen. Die Basen der oberen Bögen sind nur bei *Plesiosaurus* (*Cimoliosaurus*) *pachyomus* verwachsen, sonst sind sie überall durch das Odontoideum getrennt, das an der Bildung des Bodens für den Neuralkanal teilnimmt. Auch dorsal sind die oberen Bögen stets getrennt; sie sind stark zurückgebogen und legen sich auf die Präzygapophysen des Epistropheus, mit denen sie vollkommen verwachsen können. Sie tragen keinen Dornfortsatz, nur Dames beschreibt beim Berliner Exemplar von *Plesiosaurus Guilelmi imp.* das Vorkommen eines solchen. Nach der Lage im Gestein ist es jedoch zweifelhaft, ob der betreffende Knochen in der Tat einen Dornfortsatz des Atlas darstellt.

Der Epistropheus unterscheidet sich von den übrigen Wirbeln nur durch seinen niedrigen und stark in die Länge gezogenen Dornfortsatz.

Einer besonderen Betrachtung bedürfen noch die Rippen. Ursprünglich kommt jedem der beiden ersten Halswirbel ein Rippenpaar zu, das am Wirbelkörper artikuliert. Es können nun zweierlei Vorgänge eintreten: Die Rippen können wandern, so daß sie auch mit anderen Teilen der Wirbel in Berührung kommen; oder aber kann eines der beiden Rippenpaare, und zwar das des Atlas, vollkommen verschwinden. Die Rippen des Atlas artikulieren nur bei sehr kleinem Basalstück am Odontoideum allein (*Muraenosaurus*). Sonst sind sie stets nach vorn verschoben und artikulieren auf der Grenze zwischen Odontoideum und Basalstück. Hierbei behalten die Rippen des Epistropheus ihre natürliche Lage bei, oder aber sie sind auch nach vorn gewandert und artikulieren dann noch mit dem Basalstück des Epistropheus und dem Odontoideum (*Cimoliosaurus*). Solange sich Basalstück und obere Bögen noch nicht zum Atlasring vereinigt haben, sind stets beide Rippenpaare vorhanden. Ist dieser jedoch geschlossen, dann geht das erste Rippenpaar verloren, was auf das starke Wachstum des Basalstückes zurückzuführen ist. Dieses ragt nach Schauinsland seitlich so weit empor, daß dadurch die Stellen des Odontoideums bedeckt werden, von denen aus die Rippen ihren Ursprung nehmen, und daher Rippen nicht mehr abgegliedert werden können. Als Ersatz für die mit den Rippen verloren gegangenen Muskelansatzstellen entwickeln sich an den hinteren oberen Ecken des Basalstückes rippenähnliche Vorsprünge, die jedoch keine Spur einer Abgliederung zeigen und mit Rippen genetisch nichts zu tun haben (*Pliosaurus, Peloneustes*). Auch diese verschwinden, wenn das Rippenpaar des Epistropheus nach vorn wandert und so die Funktion beider Rippenpaare auf sich nimmt (*Dolichorhynchops*).

Zum Schlusse sei noch auf die Bedeutung der Ausbildungsweise des Atlas für das Auffinden verwandtschaftlicher Beziehungen unter den Plesiosauriern hingewiesen. Zweifellos bedeutet der seitliche Zusammenschluß von Basalstück und oberen Bögen des Atlas einen Fortschritt in der Entwicklung. Da aber nach Dollo die Entwicklung nicht umkehrbar ist, so ist die Abstammung einer Art mit unvollkommener Ringbildung von einer solchen mit geschlossenem Atlasring nicht anzunehmen.

Literaturverzeichnis.

Andrews, C. W., On the development of the shoulder-girdle of a Plesiosaur. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 15. 1895. pag. 333.

— On the structure of the skull in *Peloneustes philarchus*. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 16. 1895. pag. 242.

— On the structure of the Plesiosaurian skull. Quarterly Journal. 1896. pag. 246.

— On the structure of the skull of a Pliosaur. Quarterly Journal. 1897. pag. 177.

— On some new Plesiosauria from the Oxford clay of Peterborough. Ann. Mag. Nat. Hist. 1909. pag. 418.

— Catalogue of the marine Reptiles of the Oxford clay. 1910. Part I.

— Note on a mounted skeleton of a small Pliosaur, *Peloneustes philarchus*. The Geolog. Magazine. 1910. pag. 110.

Auer, E., Ueber einige Krokodile der Juraformation. Palaeontographica. Bd. 55. 1909.

Barrett, On the atlas and axis of the *Plesiosaurus*. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 3. Vol. 2. 1858. pag. 361.

Cope, E. D., On the structure of the skull in the Plesiosaurian Reptilia etc. Proc. Amer. Philos. Soc. Vol. 33. 1894.

Dames, W., Die Plesiosaurier der süddeutschen Liasformation. Abh. K. Preuß. Akad. Wiss. 1895.

Fraas, E., Plesiosaurier aus dem oberen Lias von Holzmaden. Palaeontographica. Bd. 62. 1910.

Hawkins, The book of the great sea-dragons. 1840.

Huxley, The structure of the atlas and axis of *Plesiosaurus Etheridgii*. Quarterly Journal. 1858. pag. 288.

Jaccard, F., Sur le *Peloneustes philarchus*. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. 1907. pag. 395.

Jaekel, O., Ueber die Bildung der ersten Halswirbel und die Wirbelbildung im allgemeinen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1904. pag. 109.

— *Placochelys placodonta* und die Organisation der Placodonten. Aus: Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. Bd. 1. Teil 1. 1907. pag. 39.

— Ueber den Schädelbau der Nothosauriden. Gesellsch. naturf. Freunde. 1905. No. 2.

Koken, E., Reptilien der norddeutschen unteren Kreide. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1883. pag. 792.

— Neue Plesiosaurierreste aus dem norddeutschen Wealden. Centralbl. f. Geol., Min. u. Pal. 1905. pag. 691.

Lydekker, R., Oxford and Kimmeridge clay Sauropterygia. The Geolog. Magazine. 1888. pag. 350.

— Catalogue of the fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum. 1889. Part II, IV.

— On the skeleton of *Peloneustes philarchus*. Quarterly Journal. 1889. pag. 48.

— A Pliosaurian skeleton from the Oxford clay of Peterborough. Quarterly Journal. 1890. pag. 49.

v. Meyer, *Ischyrodon Meriani*. Palaeontographica. Bd. 5, 6. 1855—58. pag. 19.

Owen, R., On the atlas, axis and subvertebral wedge-bones in the *Plesiosaurus*. Ann. Mag. Nat. Hist. 1847. pag. 217.

— Odontography. 1841.

— Report on British fossil Reptiles. Part I, II. Brit. Assoc. Adv. Sc. Report IX. 1839; Report XI. 1841.

— Monograph of the fossil reptilia, Sauropterygia. Palaeontographical Society. 1859—68.

Phillips, Geology of Oxford and the valley of the Thames. 1871.

Riabinin, A., Zwei Plesiosaurier aus den Jura- und Kreideablagerungen Rußlands. Mémoires du Comité géologique. Nouv. Sér. Livr. 43. 1909.

Sauvage, H. E., *Liopleurodon ferox*, *Liopleurodon Grossouvrei*. Bull. Soc. géol. France. Sér. 3. T. 1. pag. 378.

Seeley, H. G., Index to the fossil remains of Aves, Ornithosauria and Reptilia in the Woodwardian Museum at Cambridge. 1869.

— *Pliosaurus Evansi*. Quarterly Journal. 1877. pag. 718.

Schauinsland, F., Weitere Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der *Hatteria*. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. 56. 1900. pag. 747.

Sollas, W. J., On a new species of *Plesiosaurus* etc. (Mit Literatur.) Quarterly Journal. 1881. pag. 440.

Williston, S. W., North American Plesiosaurs. Part I. 1903.

— *Trinacromerum*. Journal of Geology. 1908.

— The skull of *Brachauchenius* etc. Proc. Unit. Stat. Nat. Mus. Vol. 32. 1907.

v. Zittel, K., Handbuch der Paläontologie. Bd. 3. 1890.

— Grundzüge der Paläontologie. Bd. 2. 1911.

Inhalt.

	Seite
Vorwort	3 [339]
Einleitung	4 [340]
Genus *Peloneustes*	5 [341]
Peloneustes philarchus SEELEY	5 [341]
Der Schädel	5 [341]
Der Unterkiefer	13 [349]
Die Bezahnung	16 [352]
Die Wirbelsäule	16 [352]
Die Halswirbel	16 [352]
Die Pectoralwirbel	18 [354]
Der Rückenwirbel	18 [354]
Die Sacralwirbel	19 [355]
Die Schwanzwirbel	19 [355]
Die Rippen	20 [356]
Die Bauchrippen	20 [356]
Der Brustgürtel	21 [357]
Der Beckengürtel	22 [358]
Die Extremitäten	24 [360]
Die Hinterflosse	25 [361]
Die Vorderflosse	27 [363]
Vergleich mit anderen Arten	28 [364]
Der Stuttgarter Schädel	29 [365]
Der Unterkiefer	31 [367]
Peloneustes philarchus var. *spatyrhynchus* nov. var.	32 [368]
Wirbel von *Peloneustes philarchus* SEELEY	33 [369]
Die beiden ersten Halswirbel	33 [369]
Die übrigen Halswirbel	35 [371]
Die Pectoralwirbel	36 [372]
Die Rückenwirbel	36 [372]
Die Sacralwirbel	37 [373]
Die Schwanzwirbel	37 [373]

Seite

Vergleich mit anderen Arten . . . . . 38 [374]
Diagnose von *Peloneustes philarchus* SEELEY . . . . . 39 [375]
Genus *Pliosaurus* . . . . . 39 [375]
Pliosaurus ferox SAUVAGE . . . . . 39 [375]
Der Schädel . . . . . 39 [375]
Der Unterkiefer . . . . . 41 [377]
Die Bezahnung . . . . . 42 [378]
Die Wirbelsäule . . . . . 43 [379]
Die Halswirbel . . . . . 43 [379]
Atlas und Epistropheus . . . . . 43 [379]
Die übrigen Halswirbel . . . . . 45 [381]
Die Pectoralwirbel . . . . . 46 [382]
Die Rückenwirbel . . . . . 46 [382]
Die Schwanzwirbel . . . . . 47 [383]
Die Rippen . . . . . 47 [383]
Der Brustgürtel . . . . . 47 [383]
Der Beckengürtel . . . . . 48 [384]
Die Extremitäten . . . . . 50 [386]
Die Vorderflosse . . . . . 50 [386]
Die Hinterflosse . . . . . 52 [388]
Vergleich mit anderen Arten . . . . . 53 [389]
Pliosaurus grandis OWEN . . . . . 55 [391]
Der Schädel . . . . . 55 [391]
Der Unterkiefer . . . . . 60 [396]
Die Bezahnung . . . . . 61 [397]
Vergleich mit anderen Arten . . . . . 61 [397]
Der Rückenwirbel . . . . . 62 [398]
Pliosaurus spec. . . . . 63 [399]
Linke Vorderextremität . . . . . 63 [399]
Ueber die beiden ersten Halswirbel der Plesiosaurier . . . . . 66 [402]
Literaturverzeichnis . . . . . 71 [407]

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena — 4280

Erklärung der Tafel I [XXXIII].

Fig. 1. *Peloneustes philarchus* SEELEY. Scleroticalring. Nat. Gr.

Fig. 2a, 2b, 2c. *Peloneustes philarchus* SEELEY. 11. Halswirbel von der Seite (Fig. 2a), von unten (Fig. 2b) und von vorn (Fig. 2c). $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 3. *Peloneustes philarchus* SEELEY. Letzter Hals-, 1. Pectoralwirbel, von der Seite. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 4a, 4b, 4c. *Peloneustes philarchus* SEELEY. 14. Rückenwirbel von der Seite (Fig. 4a), von vorn (Fig. 4b) und von unten (Fig. 4c). $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 5. *Peloneustes philarchus* SEELEY. Interclavicula (Episternum) von oben. $^1/_2$ nat. Gr.

1.

2a.

2b.

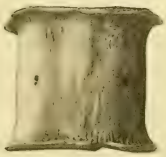
4a.

2c.

3.

5.

4b.



4c.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen
herausgegeben von E. Koken
N. F. Band XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. XXXIII.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel II [XXXIV].

Fig. 1. *Peloneustes philarchus* SEELEY. Rechte Hinterextremität von oben. $^1/_6$ nat. Gr.

Fig. 2. *Peloneustes philarchus* SEELEY. Rechte Vorderextremität von oben. $^1/_6$ nat. Gr.

Fig. 3. *Peloneustes philarchus* SEELEY (Wirbel). Atlas, Epistropheus und 3. Halswirbel. $^1/_2$ nat. Gr. Es bedeutet: *B.A.* Basalstück des Atlas, *O.B.* obere Bogen des Atlas, *O* Odontoideum, *B.E* Basalstück des Epistropheus, *E* Epistropheus.

Fig. 4a, 4b, 4c. *Peloneustes philarchus* SEELEY (Wirbel). Mittlerer Halswirbel von der Seite (Fig. 4a), von vorn (Fig. 4b), von unten (Fig. 4c). $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 5. *Peloneustes philarchus* SEELEY. Mittlere Halsrippe. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 6a, 6b. *Peloneustes philarchus* SEELEY (Wirbel). Vordere Rückenwirbel von der Seite (Fig. 6a), von vorn (Fig. 6b). $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 7a, 7b. *Peloneustes philarchus* SEELEY (Wirbel). Mittlerer Rückenwirbel von unten (Fig. 7a), von der Seite (Fig. 7b). $^1/_2$ nat. Gr.

1.

2.

6a.

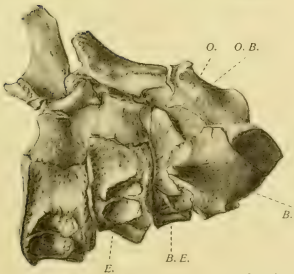
4a.

4b.

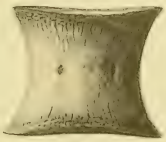
4c

5.

6b.



3.



7a.

7b.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen
herausgegeben von E. Koken
N. F. Band XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. XXXIV.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Erklärung der Tafel III [XXXV].

Fig. 1 a, 1 b. *Peloneustes philarchus* SEELEY (Wirbel). Sacralwirbel von der Seite (Fig. 1 a), von oben (Fig. 1 b). $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 2 a, 2 b, 2 c. *Peloneustes philarchus* SEELEY. Mittlerer Schwanzwirbel von der Seite (Fig. 2 a), von unten (Fig. 2 b), von hinten (Fig. 2 c). $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 3. *Pliosaurus ferox* SAUVAGE. Hinterer Teil des linken Pterygoids mit Columella. $^1/_3$ nat. Gr. Es bedeuten: *Pt.* Pterygoid, *F.Tr.* Facette für das Transversum, *Col.* Columella, *Cond.* Condylus.

Fig. 4. *Pliosaurus ferox* SAUVAGE. 5. Halswirbel von der Seite. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 5. *Pliosaurus ferox* SAUVAGE. 8. Halswirbel von vorn. $^1/_2$ nat. Gr.

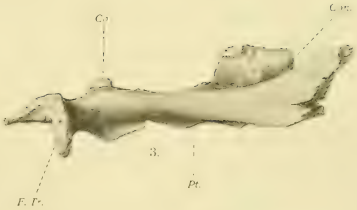
Fig. 6. *Pliosaurus ferox* SAUVAGE. 3. Halswirbel von unten. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 7. *Pliosaurus ferox* SAUVAGE. Linke Vorderextremität von unten. $^1/_6$ nat. Gr.

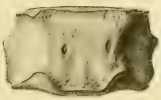
Fig. 8. *Pliosaurus ferox* SAUVAGE. Linke Hinterextremität von unten. $^1/_6$ nat. Gr.

1a.

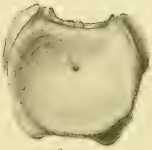
1b.



2a.



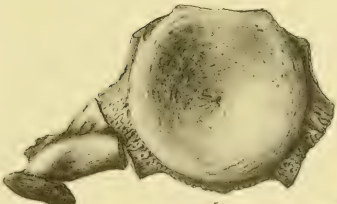
2b.



2c.

4.

6.



5.

8.

7.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen
herausgegeben von E. Koken
N. F. Band XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. XXXV.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

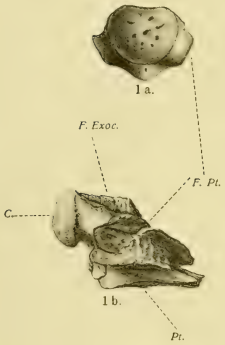
Erklärung der Tafel IV [XXXVI].

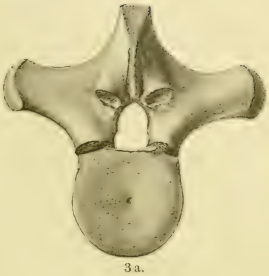
Fig. 1 a, 1 b. *Pliosaurus grandis* Owen. Basioccipitale von hinten (Fig. 1 a), von der Seite (Fig. 1 b). $^1/_5$ nat. Gr. Es bedeuten: *C* Condylus occipitalis, *F.Exoc.* Facette für das Exoccipitale, *F.Pt.* Facette für das Pterygoid, *Pt.* Pterygoid.

Fig. 2. *Pliosaurus* spec. Vorderextremität von unten. $^1/_6$ nat. Gr.

Fig. 3 a, 3 b. *Pliosaurus* spec. Rückenwirbel eines sehr jungen Tieres aus dem Oxfordton von Peterborough; Fig. 3 a von hinten, Fig. 3 b von der Seite. $^1/_2$ nat. Gr. Der Wirbelkörper ist im Gegensatz zum ausgewachsenen Exemplar seitlich noch kaum eingeschnürt. Dagegen dringen schon die *Pliosaurus*-Charaktere durch in der Ausbildung breiter, gerundeter Ränder an den Artikulationsflächen, den kräftigen Diapophysen, den schwach entwickelten Zygapophysen und dem sehr breiten und kräftigen, aber niederen Dornfortsatz. Die Endflächen der Diapophysen und des Dornfortsatzes sind aufgerauht und waren noch mit Knorpel bedeckt; zwischen dem scharfkantigen Vorder- und Hinterrand des Dornfortsatzes und den Zygapophysen sind tiefe, langgestreckte Einsenkungen zu beobachten. — Einige Maße sind:

Länge des Wirbelkörpers	3,5 cm
Breite „ „	4,9 „
Höhe „ „	4,8 „
„ „ ganzen Wirbels	11,3 „
Breite zwischen den Endflächen der Diapophysen	11,9 „
Höhe des Dornfortsatzes von den Präzygapophysen an	4,5 „





Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Geolog. u. Palaeont. Abhandlungen
herausgegeben von E. Koken
N. F. Band XI (der ganzen Reihe Bd. XV). Taf. XXXVI.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 4

GEOLOGISCHE BESCHREIBUNG DES KETTENJURA ZWISCHEN REIGOLDSWIL (BASELLAND) UND OENSINGEN (SOLOTHURN)

VON

WILHELM DELHAES UND HEINRICH GERTH

MIT 8 TAFELN, 10 TEXTFIGUREN UND 1 GEOLOGISCHEN KARTE IM MASSSTABE 1:25000

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1912

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Erster Band. (Der ganzen Reihe fünfter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Kayser.**

1. Holzapfel, E., Die cephalopodenführenden Kalke des unteren Carbon von Erdbach-Breitscheid bei Herborn. Mit 8 Tafeln. 1889. Preis: 16 Mark.
2. Crié, L., Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora einiger Inseln des südpacifischen und indischen Oceans. Mit 10 Tafeln. 1889. Preis: 9 Mark.
3. Novák, O., Vergl. Studien an einigen Trilobiten aus dem Hercyn von Bicken, Wildungen, Greifenstein u. Böhmen. Mit 5 Tafeln u. 8 Textfiguren. 1890. Preis: 10 Mark.
4. Schröder, H., Untersuchungen über silurische Cephalopoden. Mit 6 Tafeln und 1 Textfigur. 1891. Preis: 10 Mark.
5. Dames, W., Ueber Zeuglodonten aus Aegypten und die Beziehungen der Archaeoceten zu den übrigen Cetaceen. Mit 7 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Zweiter Band. (Der ganzen Reihe sechster Band.)

1. Futterer, K., Die oberen Kreidebildungen der Umgebung des Lago di Santa Croce in den Venetianer Alpen. Mit 1 geologischen Karte, 1 Profil-Tafel, 10 Petrefacten-Tafeln und 25 Textfiguren. 1892. Preis: 25 Mark.
2. Burckhardt, R., Ueber Aepyornis. Mit 4 Tafeln und 2 Textfiguren. 1893. Preis: 6 Mark.
3. Jimbo, K., Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Kreideformation von Hokkaidō. Mit 9 Tafeln und 1 Kartenskizze im Text. 1894. Preis: 16 Mark.
4. Dames, W., Die Chelonier der norddeutschen Tertiärformation. Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren. 1894. Preis: 16 Mark.
5. Graf zu Solms-Laubach, H., Ueber Stigmariopsis Grand'Eury. Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 7 Mark.
6. Futterer, K., Ueber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der karnischen Voralpen. Mit 7 Tafeln und 2 Textfiguren. 1896. Preis: 12 Mark.

Neue Folge. Dritter Band. (Der ganzen Reihe siebenter Band.)

1. Jaekel, O., Beiträge zur Kenntniss der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. Mit 10 Tafeln und 29 Textfiguren. 1895. Preis: 20 Mark.
2. Koken, E., Die Reptilien des norddeutschen Wealden. Nachtrag. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. 1896. Preis: 9 Mark.
3. Steuer, A., Argentinische Jura-Ablagerungen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Geologie und Paläontologie der argentinischen Anden. Mit 24 Tafeln, 1 Kartenskizze und 7 Textfiguren. 1897. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Vierter Band. (Der ganzen Reihe achter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Koken.**

1. Kaunhowen, F., Die Gastropoden der Maestrichter Kreide. Mit 13 Tafeln. 1898. Preis: 25 Mark.
2. Tornquist, A., Der Dogger am Espinazito-Pass, nebst einer Zusammenstellung der jetzigen Kenntnisse von der argentinischen Juraformation. Mit 10 Tafeln, 1 Profilskizze und 1 Textfigur. 1898. Preis: 22 Mark.
3. Scupin, Hans, Die Spiriferen Deutschlands. Mit 10 Tafeln, 14 Abbildungen im Text und einer schematischen Darstellung. 1900. Preis: 28 Mark.
4. Philippi, E., Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Mit 21 Tafeln und 19 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Fünfter Band. (Der ganzen Reihe neunter Band.)

Herausgegeben von **E. Koken.**

1. Frech, F., Geologie der Radstädter Tauern. Mit 1 geologischen Karte und 38 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 18 Mark.
2. Baltzer, A., Geologie der Umgebung des Iseosees. Mit 1 geolog. Karte, 1 stratigr. Tabelle, 5 Tafeln und 19 Textabbildungen. 1902. Preis: 18 Mark.
3. Schlosser, M., Beiträge zur Kenntniss der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Mit 5 Tafeln und 3 Abbildungen im Text. 1902. Preis: 28 Mark.
4. Koken, E., Ueber Hybodus. Mit 4 Tafeln und 5 Textabbildungen. 1907. Preis: 6 Mark.

Neue Folge. Sechster Band. (Der ganzen Reihe zehnter Band.)

1. von Huene, Friedrich, Uebersicht über die Reptilien der Trias. Mit 9 Tafeln und 78 Textabbildungen. 1902. Preis: 24 Mark.
2. Volz, Wilhelm, Zur Geologie von Sumatra. Beobachtungen und Studien. Mit 12 Tafeln, 3 Karten und 45 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 36 Mark.
3. Fraas, E., Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mitteleocän vom Mokattam bei Cairo. Mit 3 Tafeln. 1904. Preis: 6 Mark.
4. Lasswitz, Rudolf, Die Kreide-Ammoniten von Texas. (Collectio F. Roemer.) Mit 8 Tafeln und 8 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 15 Mark.
5. Rau, Karl, Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens. Mit Ausschluss der Spiriferinen. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. 1905. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Siebenter Band. (In Vorbereitung.)

Neue Folge. Achter Band. (Der ganzen Reihe zwölfter Band.)

1. Noetling, Fritz, Die Entwickelung von Indoceras Baluchistanense Noetling. Ein Beitrag zur Ontogenie der Ammoniten. Mit 7 Tafeln und 22 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 20 Mark.
2. von Huene, Ueber die Dinosaurier der aussereuropäischen Trias. Mit 16 Tafeln und 102 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 28 Mark.
3. Heineke, Erich, Die Ganoiden und Teleostier des lithographischen Schiefers von Nusplingen. Mit 8 Tafeln und 21 Abbild. im Text. 1907. Preis: 15 Mark.
4. Knapp, A., Ueber die Entwicklung von Oxynoticeras oxynotum Qu. Mit 4 Tafeln and 18 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 8 Mark.
5. von Wittenburg, Paul, Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. Mit 5 Tafeln und 15 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 12 Mark.
6. von Huene, Friedrich, 1. Ein ganzes Tylosaurus-Skelett. 2. Ein primitiver Dinosaurier aus Elgin. 3. Neubeschreibung von Dasyceps Bucklandi. Mit 2 Klapptafeln, 3 Tafeln und 34 Figuren im Text. 1910. Preis: 14 Mark.

Neue Folge. Neunter Band. (Der ganzen Reihe dreizehnter Band.)

1. Gaub, Friedrich, Die Jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb. Mit 10 Lichtdruck-Tafeln. 1910. Preis: 20 Mark.
2. Reck, Hans, Isländische Massenerupti0nen. Mit 20 Abbildungen auf 9 Tafeln und 9 Figuren im Text. 1910. Preis: 18 Mark.
3. Freudenberg, Wilhelm, Die Säugetierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexiko. I. Carnivoren. Mit 9 Tafeln und 5 Textfiguren. 1910. Preis: 15 Mark.
4. Lang, Richard, Beitrag zur Stratigraphie des mittleren Keupers zwischen der Schwäbischen Alb und dem Schweizer Jura. Mit 1 Tafel. 1910. Preis: 6 Mark.
5. Stappenbeck, Richard, Umrisse des geologischen Aufbaues der Vorkordillere zwischen den Flüssen Mendoza und Jachal. Mit 1 Karte im Maßstabe 1:500 000, 3 Tafeln und 33 Textfiguren. 1911. Preis: 30 Mark

Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlags.

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Zehnter Band. (Der ganzen Reihe vierzehnter Band.)

1. von Huene, F., 1. Ueber Erythrosuchus, Vertreter der neuen Reptil-Ordnung Pelycosimia. 2. Beiträge zur Kenntnis und Beurteilung der Parasuchier. Mit 19 Tafeln und 96 Textfiguren. 1911. Preis: 46 Mark.
2. Boden, Karl, Die Fauna des unteren Oxford von Popilany in Litauen. Mit 8 Tafeln und 12 Abbild. im Text. 1911. Preis: 24 Mark.
3. Stolley, E., Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemnitiden der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemniten des norddeutschen Gaults (Aptiens und Albiens). Mit 8 Tafeln. 1911. Preis: 18 Mark.
4. Dacqué, E., Die fossilen Schildkröten Aegyptens. Mit 4 Beilagen, 2 Tafeln und 19 Textfiguren. 1912. Preis: 13 Mark.
5. Rassmuss, Hans, Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza. Mit 1 Karte, 6 Tafeln und 4 Textfiguren. 1912. Preis: 24 Mark.

Supplement-Band 1:

Die Dinosaurier der europäischen Triasformation mit besonderer Berücksichtigung der außereuropäischen Vorkommnisse. Von **Friedrich von Huene**, a. o. Professor in Tübingen. Mit 351 Abbildungen im Text und einem Atlas von 111 Tafeln. 1907—1908. Preis: 160 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort. 1. Historische Einleitung. — 2. Beschreibung der einzelnen Funde. — 3. Systematische Uebersicht über die beschriebenen Arten. Anhang: Einzelaufzählung des Materials. — 4. Rekonstruktionen und Anatomisches. — 5. Vergleichung der europäischen und außereuropäischen Dinosaurier der Trias unter sich. — 6. Vergleichung der triassischen und der jüngeren Theropoden. — 7. Das Verhältnis der Theropoden zu den Sauropoden. — 8. Das Verhältnis der Theropoden zu den Orthopoden. — 9. Die Beziehungen der Dinosaurier zu anderen Reptilien. — 10. Die Entwicklung der Dinosaurier. Verzeichnis der benutzten Literatur.

Grundzüge der tektonischen Geologie.

Von **Dr. Otto Wilckens,**
a. o. Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität Jena.

Mit 118 Abbildungen. 1912. **Preis: 3 Mark 50 Pf., geb. 4 Mark 50 Pf.**

Inhalt: Einleitung. — 1. Begriff und Aufgabe der tektonischen Geologie. 2. Epirogenetische und orogenetische Bewegungen. 3. Die Dislokationen. — Morphologische Tektonik. 1. Die tangentialen Dislokationen. A. Faltung. 1. Die Falte und ihre Teile. 2. Arten der Falten. 3. Die Reduktion des Mittelschenkels und die Faltenüberschiebung. 4. Faltenzüge. 5. Faltenachse. 6. Dimensionen der Falte. 7. Verbindung mehrerer Falten. 8. Konkordante und diskordante Faltung. 9. Fältelung. — B. Ueberschiebung. 1. Die Faltenüberschiebung. 2. Die Ueberschiebungslecke und ihre Teile. 3. Gefaltete Decken und Deckenverzweigung. 4. Verbindung mehrerer Decken. 5. Mit Ueberschiebungen vergesellschaftete mechanische Beeinflussungen, Verdrückungen und Ausquetschungen von Decken und Deckenteilen. 6. Die Verstellung der Fazies. — C. Zweifache Faltung, diskordante Lagerung. — D. Erodierte Falten und Ueberschiebungsdecken. 1. Falten. 2. Decken. 3. Massive. 4. Faltung nach Erosion. — E. Transversalverschiebungen. — F. Ueberschiebung ohne vorhergehende Faltung, Schollenüberschiebung, Spaltdecken, listrische Flächen. — II. Die radialen Dislokationen. A. Die Flexur. — B. Die Verwerfungen. 1. Die Verwerfungen. 2. Streichen und Fallen der Verwerfungen. 3. Sprunghöhe und Sprungweite der Verwerfungen. 4. Verwerfungen in gefalteten Schichten. 5. Zusammentritt mehrerer Verwerfungen. 6. Schleppung an Verwerfungen. 7. Wiederholte Bruchbildung. 8. Radiale Dislokationen und Oberflächenformen, gebogene Verwerfungen. — Wichtige Literatur. — Register.

Die zahlreichen Monographien des letzten Dezenniums über den Bau der alpinen Gebirge haben eine Terminologie geschaffen, deren Bezeichnungen naturgemäß so neu sind wie die Erkenntnis der Lagerungsverhältnisse, auf die sie sich beziehen. Ihre Berücksichtigung hat der Verfasser für seine wichtigste Aufgabe bei der Zusammenstellung dieses kleinen Leitfadens der tektonischen Geologie gehalten, der darum aber die anderen Erscheinungen des Schichtenbaues nicht weniger berücksichtigen soll. Er ist in erster Linie als Ergänzung zu den Lehrbüchern der Geologie gedacht und wird daher allen Studierenden der Geologie, Mineralogie und Geographie, weiter auch den Lehrern und einem weiteren Kreise von Gebildeten, die für Geologie Interesse haben, von besonderem Werte sein.

Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre

und ihre Anwendung auf die Probleme der Mineralogie, Petrographie und Geologie.

Von **Dr. Robert Marc,**
a. o. Professor an der Universität Jena.

Mit 144 Abbildungen im Text. (VI, 212 S. gr. 8°.) 1911. **Preis: 5 Mark.**

Inhalt. I. Vorlesung: Der Begriff des Gleichgewichts in der Chemie. — II. Vorlesung: Einfluß von Aenderungen der Konzentration, des Druckes und Temperatur auf das Gleichgewicht. a) Massenwirkungsgesetz. b) Phasenregel. — III. Vorlesung: Abhängigkeit des Schmelzpunktes vom Druck. Polymorphe Umwandlung. — IV. Vorlesung: Abhängigkeit der Stabilität vom Druck. Kristallisations- und Umwandlungsgeschwindigkeit und ihr Einfluß auf die Struktur des entstehenden Produktes. — V. Vorlesung: Systeme aus zwei Komponenten. — VI. Vorlesung: Einfluß des Druckes auf Systeme aus zwei Komponenten, deren Ausscheidungsfolge und Ausscheidungsform. Der Begriff der Lösung. — VII. Vorlesung: Die festen Lösungen. — VIII. Vorlesung: Systeme aus drei Komponenten. — IX. Vorlesung: Systeme aus mehreren Komponenten, von denen die eine flüchtig ist; speziell wäßrige Lösungen. a) Kryohydratischer Punkt; Schmelzpunkt von Hydraten. b) Die Zersetzung von Hydraten. c) Dreistoffsysteme. d) Das isotherme Diagramm. e) Das granitische Magma. — X. Vorlesung: Die Untersuchungen van't Hoffs über die ozeanischen Salzablagerungen. a) Einleitende Untersuchungen. b) Die einzelnen Zweistoffsysteme. c) Die Kristallisationsbahnen. — XI. Vorlesung: Die Untersuchungen van't Hoffs über die ozeanischen Salzablagerungen (Fortsetzung). a) Mitberücksichtigung des Chlormagnesiums. b) Die Umwandlungsvorgänge und die Methode ihrer Untersuchung. c) Die wichtigsten Aenderungen bei höheren Temperaturen. d) Prüfung der experimentellen Ergebnisse an den natürlichen Vorkommen. — XII. Vorlesung: Gleichgewichte an Oberflächen. a) Die Adsorptionsreaktionen. b) Die Natur der Gele und ihre Bedeutung im Mineralreich. c) Die Adsorption an kristallini-chen Stoffen. — XIII. Vorlesung: Allgemeine geochemische Betrachtungen.

Chemiker-Zeitung. 1911, Nr. 120:

Das Buch ist aus Vorlesungen entstanden, die der Verfasser vor Studierenden der Mineralogie gehalten hat. Dem Physiko-Chemiker zeigt die geschickte Zusammenstellung des behandelten Materials von neuem, daß seine Wissenschaft ein unentbehrliches Werkzeug für die Lehre von den Mineralien und Gesteinen geworden ist. Das ungemein klar und leicht geschriebene Buch ist nicht nur den Mineralogen, sondern auch den Chemikern zu empfehlen; sie alle werden zahlreiche Anregungen finden.

Wissenschaftliche Rundschau. 1911, 4. Heft v. 15. November:

In 13 Vorlesungen werden wir unterrichtet über den Begriff des Gleichgewichts in der Chemie und seine Bedeutung für Geologie und Mineralogie. Die physikalische Chemie hat die Mineralogie und Geologie in enge neue Bahn hineingedrängt. Viele Erscheinungen dieser Disziplinen sind in einem neuen Lichte erschienen. — Dem Verfasser ist es entschieden gelungen, in seinen Vorlesungen die einzelnen Punkte klar und sicher herauszuheben. Nicht nur dem Studenten, sondern auch dem älteren Freunde der Mineralogie wird das Buch über manche wichtige, interessante und richtige Frage Klarheit verschaffen. — Das Buch ist eine vorzügliche Einführung in die physikalisch-chemische Behandlung mineralogischer und geologischer Probleme.

Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition

auf dem Dampfer „Valdivia" 1898—1899. Im Auftrage des Reichsamtes des Innern herausgegeben von **Carl Chun**, Professor der Zoologie in Leipzig, Leiter der Expedition.

Erster Band.

Oceanographie und maritime Meteorologie. Im Auftrage des Reichs-Marine-Amts bearbeitet von Dr. Gerhard Schott, Assistent bei der deutschen Seewarte in Hamburg, Mitglied der Expedition. Mit einem Atlas von 40 Tafeln (Karten, Profilen, Maschinenzeichnungen usw.), 26 Tafeln (Temperatur-Diagrammen) und mit 35 Figuren im Text. 1902.
Preis für Text und Atlas: 120 Mark.

Bei der Bearbeitung der Oceanographie und maritimen Meteorologie sind vorwiegend zwei Gesichtspunkte, nämlich der geographische und der biologische, berücksichtigt worden. Um einen sowohl für die Geographie wie für die Biologie nutzbaren Einblick in die physikalischen Verhältnisse der Tiefsee zu gewinnen, wurde die Darstellung nicht auf die „Valdivia"-Messungen beschränkt, sondern auf das gesamte bis jetzt vorliegende Beobachtungsmaterial ausgedehnt. In gewisser Hinsicht wird hier eine Monographie des atlantischen und indischen Oceans geboten, welche ihren Schwerpunkt in die zahlreichen konstruktiven Karten und Profile legt.

Zehnter Band. Heft 1—4. (gr. Fol.-Form.) Preis: 62 Mark.

Heft 1: **Das Wiederauffinden der Bouvet-Insel durch die deutsche Tiefsee-Expedition.** Von Kap. W. Sachse. Mit 9 Tafeln und 1 Abbildung im Text. 1905. Preis: 18 Mark.

Heft 2: **Petrographie. I. Untersuchung des vor Enderby-Land gedredschten Gesteinsmaterials.** Von F. Zirkel und R. Reinisch. Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen im Text. 1905. Preis: 3 Mark.

Heft 3: **Petrographie. II. Gesteine von der Bouvet-Insel, von Kerguelen, St. Paul und Neu-Amsterdam.** Von R. Reinisch. Mit 5 Tafeln und 2 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 15 Mark.

Heft 4: **Die Grundproben der deutschen Tiefsee-Expedition.** Von John Murray und Prof. E. Philippi. Mit 7 Tafeln und 2 Karten. 1908. Preis: 26 Mark.

Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie.

Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Mineralog. Gesellschaft von Dr. **G. Linck**, o. ö. Prof. für Mineralogie und Geologie an der Universität Jena, d. Z. Schriftführer.

Erster Band. Mit 53 Abbildungen. Preis (für den Einzelkauf): 9 Mark.

Inhalt: 1. Bericht über die Hauptversammlung in Königsberg i. Pr. 1910. — 2. R. Brauns, Die Vorschriften der Prüfungsordnungen für Mineralogie mit Geologie, Chemie und verwandte Fächer, und die Vorschläge der Unterrichtskommission. — 3. H. Baumhauer, Geometrische Kristallographie. Ueber das Gesetz von der Komplikation und die Entwicklung der Kristallflächen in flächenreichen Zonen. — 4. O. Mügge, Ueber die Zwillingsbildung der Kristalle. — 5. F. Becke, Ueber die Ausbildung der Zwillingskristalle. — 6. A. Ritzel, Die Kristallisations- und Auflösungsgeschwindigkeit. — 7. R. Marc, Die Phasenregel und ihre Anwendung auf mineralogische Fragen. — 8. R. Brauns, Die Ursachen der Färbung dilut gefärbter Mineralien und der Einfluß von Radiumstrahlen auf die Färbung. — 9. A. Bergeat, Die genetische Deutung der nord- und mittelschwedischen Eisenerzlagerstätten in der Literatur der letzten Jahre. — 10. A. Schwantke, Neue Mineralien. — 11. F. Rinne, Salzpetrographie und Metallographie im Dienste der Eruptivgesteinskunde. — 12. F. Becke, Fortschritte auf dem Gebiete der Metamorphose. — 13. F. Berwerth, Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900. — 14. H. E. Boeke, J. van't Hoff. Seine Bedeutung für Mineralogie und Geologie.

Zweiter Band. Mit 13 Abbildungen. 1912. Preis: 10 Mark 50 Pf

Inhalt: 1. Bericht über die Hauptversammlung in Heidelberg-Karlsruhe 1911. — 2. R. Brauns, Bericht über die Tätigkeit des Damnu im Jahre 1911. — 3. A. Bergeat, Epigenetische Erzlagerstätten und Eruptivgesteine. (Referat erstattet in Karlsruhe.) — 4. J. H. L. Vogt, Ueber die Bildung von Erzlagerstätten durch magmatische Differentiation. (Referat erstattet in Karlsruhe.) — 5. H. Tertsch, Neuere Studien über Kristalltrachten. — 6. A. Ritzel, Kristallplastizität. — 7. F. Wallerant, Physikalische Eigenschaften isomorpher Mischkristalle. — 8. H. Stremme, Die Chemie des Kaolins. — 9. A. Schwantke, Neue Mineralien. — 10. R. Görgey, Schöne und bedeutende Mineralfunde. — 11. L. Milch, Die primären Strukturen und Texturen der Eruptivgesteine. — 12. U. Grubenmann, Struktur und Textur der metamorphischen Gesteine. — 13. F. Berwerth, Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900. (Fortsetzung.) — 14. K. Schulz, Die spezifische Wärme der Mineralien und der künstlich hergestellten Stoffe von entsprechender Zusammensetzung.

Einleitung in die Geologie

als historische Wissenschaft. Von **J. Walther**, Inhaber der Haeckel-Professur für Geologie und Palaeontologie an der Universität Jena (jetzt in Halle a. S.). 3 Teile. Mit 8 Textabbildungen. 1893—1894. Preis: 27 Mark 50 Pf.

I. Teil: Bionomie des Meeres. Beobachtungen über die marinen Lebensbezirke und Existenzbedingungen. Preis: 6 Mark.

II. Teil: Die Lebensweise der Meerestiere. Beobachtungen über das Leben der geologisch wichtigen Tiere. Preis: 8 Mark 50 Pf.

III. Teil: Lithogenesis der Gegenwart. Beobachtungen über die Bildung der Gesteine an der heutigen Erdoberfläche. Mit 8 Textabbildungen. Preis: 13 Mark.

Gedruckt in der Fischerschen Buchdruckerei (Hermann Fehle) in Jena.

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 2

I

STYLOLITHEN UND DRUCKSUTUREN

VON

GEORG WAGNER
Künzelsau

MIT 3 TAFELN UND 7 TEXTFIGUREN

II

ÜBER GLAZIALSCHICHTEN ANGEBLICH CAMBRISCHEN ALTERS IN SÜD-AUSTRALIEN

VON

FRITZ NOETLING

MIT 4 TAFELN UND 3 TEXTFIGUREN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Erster Band. (Der ganzen Reihe fünfter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Kayser.**

1. Holzapfel, E., Die cephalopodenführenden Kalke des unteren Carbon von Erdbach-Breitscheid bei Herborn. Mit 8 Tafeln. 1889. Preis: 16 Mark.
2. Crié, L., Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora einiger Inseln des südpacifischen und indischen Oceans. Mit 10 Tafeln. 1889. Preis: 9 Mark.
3. Novák, O., Vergl. Studien an einigen Trilobiten aus dem Hercyn von Bicken, Wildungen, Greifenstein u. Böhmen. Mit 5 Tafeln u. 8 Textfiguren. 1890. Preis: 10 Mark.
4. Schröder, H., Untersuchungen über silurische Cephalopoden. Mit 6 Tafeln und 1 Textfigur. 1891. Preis: 10 Mark.
5. Dames, W., Ueber Zeuglodonten aus Aegypten und die Beziehungen der Archaeoceten zu den übrigen Cetaceen. Mit 7 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Zweiter Band. (Der ganzen Reihe sechster Band.)

1. Futterer, K., Die oberen Kreidebildungen der Umgebung des Lago di Santa Croce in den Venetianer Alpen. Mit 1 geologischen Karte, 1 Profil-Tafel, 10 Petrefacten-Tafeln und 25 Textfiguren. 1892. Preis: 25 Mark.
2. Burckhardt, R., Ueber Aepyornis. Mit 4 Tafeln und 2 Textfiguren. 1893. Preis: 6 Mark.
3. Jimbō, K., Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Kreideformation von Hokkaidō. Mit 9 Tafeln und 1 Kartenskizze im Text. 1894. Preis: 16 Mark.
4. Dames, W., Die Chelonier der norddeutschen Tertiärformation. Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren. 1894. Preis: 16 Mark.
5. Graf zu Solms-Laubach, H., Ueber Stigmariopsis Grand'Eury. Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 7 Mark.
6. Futterer, K., Ueber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der karnischen Voralpen. Mit 7 Tafeln und 2 Textfiguren. 1896. Preis: 12 Mark.

Neue Folge. Dritter Band. (Der ganzen Reihe siebenter Band.)

1. Jaekel, O., Beiträge zur Kenntniss der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. Mit 10 Tafeln und 29 Textfiguren. 1895. Preis: 20 Mark.
2. Koken, E., Die Reptilien des norddeutschen Wealden. Nachtrag. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. 1896. Preis: 9 Mark.
3. Steuer, A., Argentinische Jura-Ablagerungen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Geologie und Paläontologie der argentinischen Anden. Mit 24 Tafeln, 1 Kartenskizze und 7 Textfiguren. 1897. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Vierter Band. (Der ganzen Reihe achter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Koken.**

1. Kaunhowen, F., Die Gastropoden der Maestrichter Kreide. Mit 13 Tafeln. 1898. Preis: 25 Mark.
2. Tornquist, A., Der Dogger am Espinazito-Pass, nebst einer Zusammenstellung der jetzigen Kenntnisse von der argentinischen Juraformation. Mit 10 Tafeln, 1 Profilskizze und 1 Textfigur. 1898. Preis: 22 Mark.
3. Scupin, Hans, Die Spiriferen Deutschlands. Mit 10 Tafeln, 14 Abbildungen im Text und einer schematischen Darstellung. 1900. Preis: 28 Mark.
4. Philippi, E., Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Mit 21 Tafeln und 19 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Fünfter Band. (Der ganzen Reihe neunter Band.)

Herausgegeben von **E. Koken.**

1. Frech, F., Geologie der Radstädter Tauern. Mit 1 geologischen Karte und 38 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 18 Mark.
2. Baltzer, A., Geologie der Umgebung des Iseosees. Mit 1 geolog. Karte, 1 stratigr. Tabelle, 5 Tafeln und 19 Textabbildungen. 1902. Preis: 18 Mark.
3. Schlosser, M., Beiträge zur Kenntniss der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Mit 5 Tafeln und 3 Abbildungen im Text. 1902. Preis: 28 Mark.
4. Koken, E., Ueber Hybodus. Mit 4 Tafeln und 5 Textabbildungen. 1907. Preis: 6 Mark.

Neue Folge. Sechster Band. (Der ganzen Reihe zehnter Band.)

1. von Huene, Friedrich, Uebersicht über die Reptilien der Trias. Mit 9 Tafeln und 78 Textabbildungen. 1902. Preis: 24 Mark.
2. Volz, Wilhelm, Zur Geologie von Sumatra. Beobachtungen und Studien. Mit 12 Tafeln, 3 Karten und 45 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 36 Mark.
3. Fraas, E., Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mitteleocän vom Mokattam bei Cairo. Mit 3 Tafeln. 1904. Preis: 6 Mark.
4. Lasswitz, Rudolf, Die Kreide-Ammoniten von Texas. (Collectio F. Roemer.) Mit 8 Tafeln und 8 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 15 Mark.
5. Rau, Karl, Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens. Mit Ausschluss der Spiriferinen. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. 1905. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Siebenter Band. (In Vorbereitung.)

Neue Folge. Achter Band. (Der ganzen Reihe zwölfter Band.)

1. Noetling, Fritz, Die Entwickelung von Indoceras Baluchistanense Noetling. Ein Beitrag zur Ontogenie der Ammoniten. Mit 7 Tafeln und 22 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 20 Mark.
2. von Huene, Ueber die Dinosaurier der aussereuropäischen Trias. Mit 15 Tafeln und 102 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 28 Mark.
3. Heineke, Erich, Die Ganoiden und Teleostier des lithographischen Schiefers von Nusplingen. Mit 8 Tafeln und 21 Abbild. im Text. 1907. Preis: 15 Mark.
4. Knapp, A., Ueber die Entwicklung von Oxynoticeras oxynotum Qu. Mit 1 Tafeln and 18 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 8 Mark.
5. von Wittenburg, Paul, Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. Mit 5 Tafeln und 15 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 12 Mark.
6. von Huene, Friedrich, 1. Ein ganzes Tylosaurus-Skelett. 2. Ein primitiver Dinosaurier aus Elgin. 3. Neubeschreibung von Dasyceps Bucklandi. Mit 2 Klapptafeln, 3 Tafeln und 34 Figuren im Text. 1910. Preis: 14 Mark.

Neue Folge. Neunter Band. (Der ganzen Reihe dreizehnter Band.)

1. Gaub, Friedrich, Die Jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb. Mit 10 Lichtdruck-Tafeln. 1910. Preis: 20 Mark.
2. Reck, Hans, Isländische Massenerupt ionen. Mit 20 Abbildungen auf 9 Tafeln und 9 Figuren im Text. 1910. Preis: 18 Mark.
3. Freudenberg, Wilhelm, Die Säugetierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexiko. I. Carnivoren. Mit 9 Tafeln und 5 Textfiguren. 1910. Preis: 15 Mark.
4. Lang, Richard, Beitrag zur Stratigraphie des mittleren Keupers zwischen der Schwäbischen Alb und dem Schweizer Jura. Mit 1 Tafel. 1910. Preis: 6 Mark.
5. Stappenbeck, Richard, Umrisse des geologischen Aufbaues der Vorkordillere zwischen den Flüssen Mendoza und Jachal. Mit 1 Karte im Maßstabe 1:500000, 3 Tafeln und 33 Textfiguren. 1911. Preis: 30 Mark.

Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlags.

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Zehnter Band. (Der ganzen Reihe vierzehnter Band.)

1. von Huene, F., 1. Ueber Erythrosuchus, Vertreter der neuen Reptil-Ordnung Pelycosimia. 2. Beiträge zur Kenntnis und Beurteilung der Parasuchier. Mit 19 Tafeln und 96 Textfiguren. 1911. Preis: 46 Mark.
2. Boden, Karl, Die Fauna des unteren Oxford von Popilany in Litauen. Mit 8 Tafeln und 12 Abbild. im Text. 1911. Preis: 24 Mark.
3. Stolley, E., Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemnitiden der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemniten des norddeutschen Gaults (Aptiens und Albiens). Mit 8 Tafeln. 1911. Preis: 18 Mark.
4. Dacqué, E., Die fossilen Schildkröten Aegyptens. Mit 4 Beilagen, 2 Tafeln und 19 Textfiguren. 1912. Preis: 13 Mark.
5. Rassmuss, Hans, Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza. Mit 1 Karte, 6 Tafeln und 4 Textfiguren. 1912. Preis: 24 Mark.

Neue Folge. Elfter Band. (Der ganzen Reihe fünfzehnter Band.)

1. Delhaes, Wilhelm und-Gerth, Heinrich, Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Oensingen (Solothurn). Mit 8 Tafeln, 10 Textfig. u. 1 geolog. Karte im Maßstabe 1:25000. 1912. Preis: 28 Mark.

Supplement-Band I:

Die Dinosaurier der europäischen Triasformation mit besonderer Berücksichtigung der außereuropäischen Vorkommnisse. Von **Friedrich von Huene,** a. o. Professor in Tübingen. Mit 351 Abbildungen im Text und einem Atlas von 111 Tafeln. 1907—1908. Preis: 160 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort. 1. Historische Einleitung. — 2. Beschreibung der einzelnen Funde. — 3. Systematische Uebersicht über die beschriebenen Arten. Anhang: Einzelaufzählung des Materials. — 4. Rekonstruktionen und Anatomisches. — 5. Vergleichung der europäischen und außereuropäischen Dinosaurier der Trias unter sich. — 6. Vergleichung der triassischen und der jüngeren Theropoden. — 7. Das Verhältnis der Theropoden zu den Sauropoden. — 8. Das Verhältnis der Theropoden zu den Orthopoden. — 9. Die Beziehungen der Dinosaurier zu anderen Reptilien. — 10. Die Entwicklung der Dinosaurier. Verzeichnis der benutzten Literatur.

Grundzüge der tektonischen Geologie.

Von **Dr. Otto Wilckens,**
a. o. Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität Jena.

Mit 118 Abbildungen. 1912. **Preis: 3 Mark 50 Pf., geb. 4 Mark 50 Pf.**

Inhalt: Einleitung. — 1. Begriff und Aufgabe der tektonischen Geologie. 2. Epirogenetische und orogenetische Bewegungen. 3. Die Dislokationen. — Morphologische Tektonik. I. Die tangentialen Dislokationen. A. Faltung. 1. Die Falte und ihre Teile. 2. Arten der Falten. 3. Die Reduktion des Mittelschenkels und die Faltenüberschiebung. 4. Faltenzüge. 5. Faltenachse. 6. Dimensionen der Falte. 7. Verbindung mehrerer Falten. 8. Konkordante und diskordante Faltung. 9. Fältelung. — B. Ueberschiebung. 1. Die Faltenüberschiebung. 2. Die Ueberschiebungsdecke und ihre Teile. 3. Gefaltete Decken und Deckenverzweigung. 4. Verbindung mehrerer Decken. 5. Mit Ueberschiebungen vergesellschaftete mechanische Beeinflussungen, Verdrückungen und Ausquetschungen von Decken und Deckenteilen. 6. Die Verstellung der Fazies. — C. Zweifache Faltung, diskordante Lagerung. — D. Erodierte Falten und Ueberschiebungsdecken. 1. Falten. 2. Decken. 3. Massive. 4. Faltung nach Erosion. — E. Transversalverschiebungen. — F. Ueberschiebung ohne vorhergehende Faltung, Schollenüberschiebung, Spaltdecken, listrische Flächen. — II. Die radialen Dislokationen. A. Die Flexur. — B. Die Verwerfungen. 1. Die Verwerfungen. 2. Streichen und Fallen der Verwerfungen. 3. Sprunghöhe und Sprungweite der Verwerfungen. 4. Verwerfungen in gefalteten Schichten. 5. Zusammentritt mehrerer Verwerfungen. 6. Schleppung an Verwerfungen. 7. Wiederholte Bruchbildung. 8. Radiale Dislokationen und Oberflächenformen, geebnete Verwerfungen. — Wichtige Literatur. — Register.

Die zahlreichen Monographien des letzten Dezenniums über den Bau der alpinen Gebirge haben eine Terminologie geschaffen, deren Bezeichnungen naturgemäß so neu sind wie die Erkenntnis der Lagerungsverhältnisse, auf die sie sich beziehen. Ihre Berücksichtigung hat der Verfasser für seine wichtigste Aufgabe bei der Zusammenstellung dieses kleinen Leitfadens der tektonischen Geologie gehalten, der darum aber die anderen Erscheinungen des Schichtenbaues nicht weniger berücksichtigen soll. Er ist in erster Linie als Ergänzung zu den Lehrbüchern der Geologie gedacht und wird daher allen Studierenden der Geologie, Mineralogie und Geographie, weiter auch den Lehrern und einem weiteren Kreise von Gebildeten, die für Geologie Interesse haben, von besonderem Werte sein.

Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre

und ihre Anwendung auf die Probleme der Mineralogie, Petrographie und Geologie.

Von **Dr. Robert Marc.**
a. o. Professor an der Universität Jena.

Mit 144 Abbildungen im Text. (VI, 212 S. gr. 8°.) 1911. **Preis: 5 Mark.**

Inhalt. I. Vorlesung: Der Begriff des Gleichgewichts in der Chemie. — II. Vorlesung: Einfluß von Aenderungen der Konzentration, des Druckes und Temperatur auf das Gleichgewicht. a) Massenwirkungsgesetz. b) Phasenregel. — III. Vorlesung: Abhängigkeit des Schmelzpunktes vom Druck. Polymorphe Umwandlung. — IV. Vorlesung: Abhängigkeit der Stabilität vom Druck. Kristallisations- und Umwandlungsgeschwindigkeit und ihr Einfluß auf die Struktur des entstehenden Produktes. — V. Vorlesung: Systeme aus zwei Komponenten. — VI. Vorlesung: Einfluß des Druckes auf Systeme aus zwei Komponenten, deren Ausscheidungsfolge und Ausscheidungsform. Der Begriff der Lösung. — VII. Vorlesung: Die festen Lösungen. — VIII. Vorlesung: Systeme aus drei Komponenten. — IX. Vorlesung: Systeme aus mehreren Komponenten, von denen die eine flüchtig ist; speziell wäßrige Lösungen. a) Kryohydratischer Punkt; Schmelzpunkt von Hydraten. b) Die Zersetzung von Hydraten. c) Dreistoffsysteme. d) Das isothorme Diagramm. e) Das granitische Magma — X. Vorlesung: Die Untersuchungen van't Hoffs über die ozeanischen Salzablagerungen. a) Einleitende Untersuchungen. b) Die einzelnen Zweistoffsysteme. c) Die Kristallisationsbahnen. — XI. Vorlesung: Die Untersuchungen van't Hoffs über die ozeanischen Salzablagerungen (Fortsetzung). a) Mitberücksichtigung des Chlormatriums. b) Die Umwandlungsvorgänge und die Methode ihrer Untersuchung. c) Die wichtigsten Aenderungen bei höheren Temperaturen. d) Prüfung der experimentellen Ergebnisse an den natürlichen Vorkommen. — XII. Vorlesung: Gleichgewichte an Oberflächen. a) Die Adsorptionsreaktionen. b) Die Natur der Gele und ihre Bedeutung im Mineralreich. c) Die Adsorption an kristallinischen Stoffen. — XIII. Vorlesung: Allgemeine geochemische Betrachtungen.

Chemiker-Zeitung. 1911, Nr. 120:

Das Buch ist aus Vorlesungen entstanden, die der Verfasser vor Studierenden der Mineralogie gehalten hat. Dem Physiko-Chemiker zeigt die geschickte Zusammenstellung des behandelten Materials von neuem, daß seine Wissenschaft ein unentbehrliches Werkzeug für die Lehre von den Mineralien und Gesteinen geworden ist. Das ungemein klar und leicht geschriebene Buch ist nicht nur den Mineralogen, sondern auch den Chemikern zu empfehlen; sie alle werden zahlreiche Anregungen finden.

Wissenschaftliche Rundschau. 1911, 4. Heft v. 15. November:

In 13 Vorlesungen werden wir unterrichtet über den Begriff des Gleichgewichts in der Chemie und seine Bedeutung für Geologie und Mineralogie. Die physikalische Chemie hat die Mineralogie und Geologie in eine neue Bahn hineingedrängt. Viele Erscheinungen dieser Disziplinen sind in einem neuen Lichte erschienen. — Dem Verfasser ist es entschieden gelungen, in seinen Vorlesungen die einzelnen Punkte klar und sicher behandelt zu haben. Nicht nur dem Studenten, sondern auch dem älteren Freunde der Mineralogie wird das Buch über manche wichtige, interessante und richtige Frage Klarheit verschaffen. — Das Buch ist eine vorzügliche Einführung in die physikalisch-chemische Behandlung mineralogischer und geologischer Probleme.

Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition

auf dem Dampfer „Valdivia" 1898—1899. Im Auftrage des Reichsamtes des Innern herausgegeben von **Carl Chun**, Professor der Zoologie in Leipzig, Leiter der Expedition.

Erster Band.

Oceanographie und maritime Meteorologie. Im Auftrage des Reichs-Marine-Amts bearbeitet von Dr. Gerhard Schott, Assistent bei der deutschen Seewarte in Hamburg, Mitglied der Expedition. Mit einem Atlas von 40 Tafeln (Karten, Profilen, Maschinenzeichnungen usw.), 26 Tafeln (Temperatur-Diagrammen) und mit 35 Figuren im Text 1902.
Preis für Text und Atlas: 120 Mark.

Bei der Bearbeitung der Oceanographie und maritimen Meteorologie sind vorwiegend zwei Gesichtspunkte, nämlich der geographische und der biologische, berücksichtigt worden. Um einen sowohl für die Geographie wie für die Biologie nutzbaren Einblick in die physikalischen Verhältnisse der Tiefsee zu gewinnen, wurde die Darstellung nicht auf die „Valdivia"-Messungen beschränkt, sondern auf das gesamte bis jetzt vorliegende Beobachtungsmaterial ausgedehnt. In gewisser Hinsicht wird hier eine Monographie des atlantischen und indischen Oceans geboten, welche ihren Schwerpunkt in die zahlreichen konstruktiven Karten und Profile legt.

Zehnter Band. - Heft 1—4. (gr. Fol.-Form.) Preis: 62 Mark.

Heft 1: **Das Wiederauffinden der Bouvet-Insel durch die deutsche Tiefsee-Expedition.** Von Kap. W. Sachse. Mit 9 Tafeln und 1 Abbildung im Text. 1905. Preis: 18 Mark.

Heft 2: **Petrographie. I. Untersuchung des vor Enderby-Land gedredschten Gesteinsmaterials.** Von F. Zirkel und R. Reinisch. Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen im Text. 1905. Preis: 3 Mark.

Heft 3: **Petrographie. II. Gesteine von der Bouvet-Insel, von Kerguelen, St. Paul und Neu-Amsterdam.** Von R. Reinisch. Mit 5 Tafeln und 2 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 15 Mark.

Heft 4: **Die Grundproben der deutschen Tiefsee-Expedition.** Von John Murray und Prof. E. Philippi. Mit 7 Tafeln und 2 Karten. 1908. Preis: 26 Mark.

Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie.

Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Mineralog. Gesellschaft von Dr. **G. Linck**, o. ö. Prof. für Mineralogie und Geologie an der Universität Jena, d. Z. Schriftführer.

Erster Band. Mit 53 Abbildungen. Preis (für den Einzelkauf): 9 Mark.

Inhalt: 1. Bericht über die Hauptversammlung in Königsberg i. Pr. 1910. — 2. R. Brauns, Die Vorschriften der Prüfungsordnungen für Mineralogie mit Geologie, Chemie und verwandte Fächer, und die Vorschläge der Unterrichtskommission. — 3. H. Baumhauer, Geometrische Kristallographie. Ueber das Gesetz von der Komplikation und die Entwicklung der Kristallflächen in flächenreichen Zonen. — 4. O. Mügge, Ueber die Zwillingsbildung der Kristalle. — 5. F. Becke, Ueber die Ausbildung der Zwillingskristalle. — 6. A. Ritzel, Die Kristallisations- und Auflösungsgeschwindigkeit. — 7. R. Marc, Die Phasenregel und ihre Anwendung auf mineralogische Fragen. — 8. R. Brauns, Die Ursachen der Färbung dilut gefärbter Mineralien und der Einfluß von Radiumstrahlen auf die Färbung. — 9. A. Bergeat, Die genetische Deutung der nord- und mittelschwedischen Eisenerzlagerstätten in der Literatur der letzten Jahre. — 10. A. Schwantke, Neue Mineralien. — 11. F. Rinne, Salzpetrographie und Metallographie im Dienste der Eruptivgesteinskunde. — 12. F. Becke, Fortschritte auf dem Gebiete der Metamorphose. — 13. F. Berwerth, Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900. — 14. H. E. Boeke, J. van't Hoff. Seine Bedeutung für Mineralogie und Geologie.

Zweiter Band. Mit 13 Abbildungen. 1912. Preis: 10 Mark 50 Pf

Inhalt: 1. Bericht über die Hauptversammlung in Heidelberg-Karlsruhe 1911. — 2. R. Brauns, Bericht über die Tätigkeit des Damnu im Jahre 1911. — 3. A. Bergeat, Epigenetische Erzlagerstätten und Eruptivgesteine. (Referat erstattet in Karlsruhe.) — 4. J. H. L. Vogt, Ueber die Bildung von Erzlagerstätten durch magmatische Differentiation. (Referat erstattet in Karlsruhe.) — 5. H. Tertsch, Neuere Studien über Kristalltrachten. — 6. A. Ritzel, Kristallplastizität. — 7. F. Wallerant, Physikalische Eigenschaften isomorpher Mischkristalle. — 8. H. Stremme, Die Chemie des Kaolins. — 9. A. Schwantke, Neue Mineralien. — 10. R. Görgey, Schöne und bedeutende Mineralfunde. — 11. L. Milch, Die primären Strukturen und Texturen der Eruptivgesteine. — 12. U. Grubenmann, Struktur und Textur der metamorphischen Gesteine. — 13. F. Berwerth, Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900. (Fortsetzung.) — 14. K. Schulz, Die spezifische Wärme der Mineralien und der künstlich hergestellten Stoffe von entsprechender Zusammensetzung.

Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft.

Von **J. Walther**, Inhaber der Haeckel-Professur für Geologie und Palaeontologie an der Universität Jena (jetzt in Halle a. S.). 3 Teile. Mit 8 Textabbildungen. 1893—1894. Preis: 27 Mark 50 Pf.

I. Teil: Bionomie des Meeres. Beobachtungen über die marinen Lebensbezirke und Existenzbedingungen. Preis: 6 Mark.

II. Teil: Die Lebensweise der Meerestiere. Beobachtungen über das Leben der geologisch wichtigen Tiere. Preis: 8 Mark 50 Pf.

III. Teil: Lithogenesis der Gegenwart. Beobachtungen über die Bildung der Gesteine an der heutigen Erdoberfläche. Mit 8 Textabbildungen. Preis: 13 Mark.

Fromannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 3

ÜBER PAARHUFER DER FLUVIOMARINEN SCHICHTEN DES FAJUM

ODONTOGRAPHISCHES UND OSTEOLOGISCHES MATERIAL

VON

MARTIN SCHMIDT

ARBEIT AUS DEM K. NATURALIENKABINETT ZU STUTTGART

MIT 9 TAFELN IN LICHTDRUCK UND 22 TEXTABBILDUNGEN

(NACH PHOTOGRAPHIEN UND ZEICHNUNGEN DES VERFASSERS)

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Erster Band. (Der ganzen Reihe fünfter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Kayser.**

1. Holzapfel, E., Die cephalopodenführenden Kalke des unteren Carbon von Erdbach-Breitscheid bei Herborn. Mit 8 Tafeln. 1889. Preis: 16 Mark.
2. Crié, L., Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora einiger Inseln des südpacifischen und indischen Oceans. Mit 10 Tafeln. 1889. Preis: 9 Mark.
3. Novák, O., Vergl. Studien an einigen Trilobiten aus dem Hercyn von Bicken, Wildungen, Greifenstein u. Böhmen. Mit 5 Tafeln u. 8 Textfiguren. 1890. Preis: 10 Mark.
4. Schröder, H., Untersuchungen über silurische Cephalopoden. Mit 6 Tafeln und 1 Textfigur. 1891. Preis: 10 Mark.
5. Dames, W., Ueber Zeuglodonten aus Aegypten und die Beziehungen der Archaeoceten zu den übrigen Cetaceen. Mit 7 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Zweiter Band. (Der ganzen Reihe sechster Band.)

1. Futterer, K., Die oberen Kreidebildungen der Umgebung des Lago di Santa Croce in den Venetianer Alpen. Mit 1 geologischen Karte, 1 Profil-Tafel, 10 Petrefacten-Tafeln und 25 Textfiguren. 1892. Preis: 25 Mark.
2. Burckhardt, R., Ueber Aepyornis. Mit 4 Tafeln und 2 Textfiguren. 1893. Preis: 6 Mark.
3. Jimbō, K., Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Kreideformation von Hokkaidō. Mit 9 Tafeln und 1 Kartenskizze im Text. 1894. Preis: 16 Mark.
4. Dames, W., Die Chelonier der norddeutschen Tertiärformation. Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren. 1894. Preis: 10 Mark.
5. Graf zu Solms-Laubach, H., Ueber Stigmariopsis Grand'Eury. Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 7 Mark.
6. Futterer, K., Ueber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der karnischen Voralpen. Mit 7 Tafeln und 2 Textfiguren. 1896. Preis: 12 Mark.

Neue Folge. Dritter Band. (Der ganzen Reihe siebenter Band.)

1. Jaekel, O., Beiträge zur Kenntniss der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. Mit 10 Tafeln und 29 Textfiguren. 1895. Preis: 20 Mark.
2. Koken, E., Die Reptilien des norddeutschen Wealden. Nachtrag. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. 1896. Preis: 9 Mark.
3. Steuer, A., Argentinische Jura-Ablagerungen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Geologie und Paläontologie der argentinischen Anden. Mit 24 Tafeln, 1 Kartenskizze und 7 Textfiguren. 1897. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Vierter Band. (Der ganzen Reihe achter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Koken.**

1. Kaunhowen, F., Die Gastropoden der Maestrichter Kreide. Mit 13 Tafeln. 1898. Preis: 25 Mark.
2. Tornquist, A., Der Dogger am Espinazito-Pass, nebst einer Zusammenstellung der jetzigen Kenntnisse von der argentinischen Juraformation. Mit 10 Tafeln, 1 Profilskizze und 1 Textfigur. 1898. Preis: 22 Mark.
3. Scupin, Hans, Die Spiriferen Deutschlands. Mit 10 Tafeln, 14 Abbildungen im Text und einer schematischen Darstellung. 1900. Preis: 28 Mark.
4. Philippi, E., Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Mit 21 Tafeln und 19 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Fünfter Band. (Der ganzen Reihe neunter Band.)

Herausgegeben von **E. Koken.**

1. Frech, F., Geologie der Radstädter Tauern. Mit 1 geologischen Karte und 38 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 18 Mark.
2. Baltzer, A., Geologie der Umgebung des Iseosees. Mit 1 geolog. Karte, 1 stratigr. Tabelle, 5 Tafeln und 19 Textabbildungen. 1902. Preis: 18 Mark.
3. Schlosser, M., Beiträge zur Kenntniss der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Mit 5 Tafeln und 3 Abbildungen im Text. 1902. Preis: 28 Mark.
4. Koken, E., Ueber Hybodus. Mit 4 Tafeln und 5 Textabbildungen. 1907. Preis: 6 Mark.

Neue Folge. Sechster Band. (Der ganzen Reihe zehnter Band.)

1. von Huene, Friedrich, Uebersicht über die Reptilien der Trias. Mit 9 Tafeln und 78 Textabbildungen. 1902. Preis: 24 Mark.
2. Volz, Wilhelm, Zur Geologie von Sumatra. Beobachtungen und Studien. Mit 12 Tafeln, 3 Karten und 45 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 36 Mark.
3. Fraas, E., Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mitteleocän vom Mokattam bei Cairo. Mit 3 Tafeln. 1904. Preis: 6 Mark.
4. Lasswitz, Rudolf, Die Kreide-Ammoniten von Texas. (Collectio F. Roemer.) Mit 8 Tafeln und 8 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 15 Mark.
5. Rau, Karl, Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens. Mit Ausschluss der Spiriferinen. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. 1905. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Siebenter Band. (In Vorbereitung.)

Neue Folge. Achter Band. (Der ganzen Reihe zwölfter Band.)

1. Noetling, Fritz, Die Entwickelung von Indoceras Baluchistanense Noetling. Ein Beitrag zur Ontogenie der Ammoniten. Mit 7 Tafeln und 22 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 20 Mark.
2. von Huene, Ueber die Dinosaurier der aussereuropäischen Trias. Mit 15 Tafeln und 102 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 28 Mark.
3. Heinecke, Erich, Die Ganoiden und Teleostier des lithographischen Schiefers von Nusplingen. Mit 8 Tafeln und 21 Abbild. im Text. 1907. Preis: 15 Mark.
4. Knapp, A., Ueber die Entwicklung von Oxynoticeras oxynotum Qu. Mit 4 Tafeln und 18 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 8 Mark.
5. von Wittenburg, Paul, Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. Mit 5 Tafeln und 15 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 12 Mark.
6. von Huene, Friedrich, 1. Ein ganzes Tylosaurus-Skelett. 2. Ein primitiver Dinosaurier aus Elgin. 3. Neubeschreibung von Dasyceps Bucklandi. Mit 2 Klapptafeln, 3 Tafeln und 31 Figuren im Text. 1910. Preis: 14 Mark.

Neue Folge. Neunter Band. (Der ganzen Reihe dreizehnter Band.)

1. Gaub, Friedrich, Die Jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb. Mit 10 Lichtdruck-Tafeln. 1910. Preis: 20 Mark.
2. Reck, Hans, Islandische Masseneruptionen. Mit 20 Abbildungen auf 9 Tafeln und 9 Figuren im Text. 1910. Preis: 18 Mark.
3. Freudenberg, Wilhelm, Die Säugetierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexiko. I. Carnivoren. Mit 9 Tafeln und 5 Textfiguren. 1910. Preis: 15 Mark.
4. Lang, Richard, Beitrag zur Stratigraphie des mittleren Keupers zwischen der Schwäbischen Alb und dem Schweizer Jura. Mit 1 Tafel. 1910. Preis: 6 Mark.
5. Stappenbeck, Richard, Umrisse des geologischen Aufbaues der Vorkordillere zwischen den Flüssen Mendoza und Jachal. Mit 1 Karte im Maßstabe 1:500000, 3 Tafeln und 33 Textfiguren. 1911. Preis: 30 Mark.

Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlags.

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Zehnter Band. (Der ganzen Reihe vierzehnter Band.)

1. von Huene, F., 1. Ueber Erythrosuchus, Vertreter der neuen Reptil-Ordnung Pelycosimia. 2. Beiträge zur Kenntnis und Beurteilung der Parasuchier. Mit 19 Tafeln und 96 Textfiguren. 1911. Preis: 46 Mark.
2. Boden, Karl, Die Fauna des unteren Oxford von Popilany in Litauen. Mit 8 Tafeln und 12 Abbild. im Text. 1911. Preis: 24 Mark.
3. Stolley, E., Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen unteren Kreide. I. Die Belemniten der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemniten des norddeutschen Gaults (Aptiens und Albiens). Mit 8 Tafeln. 1911. Preis: 18 Mark.
4. Dacqué, E., Die fossilen Schildkröten Aegyptens. Mit 4 Beilagen, 2 Tafeln und 19 Textfiguren. 1912. Preis: 13 Mark.
5. Rassmuss, Hans, Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza. Mit 1 Karte, 6 Tafeln und 4 Textfiguren. 1912. Preis: 24 Mark.

Neue Folge. Elfter Band. (Der ganzen Reihe fünfzehnter Band.)

1. Delhaes, Wilhelm und Gerth, Heinrich, Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Oensingen (Solothurn). Mit 8 Tafeln, 10 Textfig. u. 1 geolog. Karte im Maßstabe 1:25000. 1912. Preis: 28 Mark.
2. I. Wagner, Georg, Stylolithen und Drucksuturen. Mit 3 Tafeln und 7 Textfiguren. — II. Noetling, Fritz, Ueber Glazialschichten angeblich camprischen Alters in Süd-Australien. Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren. 1912. Preis: 16 Mark.

Supplement-Band 1:

Die Dinosaurier der europäischen Triasformation mit besonderer Berücksichtigung der außereuropäischen Vorkommnisse. Von **Friedrich von Huene,** a. o. Professor in Tübingen. Mit 351 Abbildungen im Text und einem Atlas von 111 Tafeln. 1907—1908. Preis: 160 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort. 1. Historische Einleitung. — 2. Beschreibung der einzelnen Funde. — 3. Systematische Uebersicht über die beschriebenen Arten. Anhang: Einzelaufzählung des Materials. — 4. Rekonstruktionen und Anatomisches. — 5. Vergleichung der europäischen und außereuropäischen Dinosaurier der Trias unter sich. — 6. Vergleichung der triassischen und der jüngeren Theropoden. — 7. Das Verhältnis der Theropoden zu den Sauropoden. — 8. Das Verhältnis der Theropoden zu den Orthopoden. — 9. Die Beziehungen der Dinosaurier zu anderen Reptilien. — 10. Die Entwicklung der Dinosaurier. Verzeichnis der benutzten Literatur.

Vergleichende Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten.

Von **Dr. Paul de Terra,**
vorm. Zahnarzt in Zürich.

Mit 200 Textabbildungen. 1911. **Preis: 12 Mark, geb. 13 Mark.**

Inhaltsverzeichnis. Einleitung: Terminologie. — Allgemeine Entwicklungsgeschichte. — Zoologische Einteilung der Vertebraten. — Bedeutung des Tiersystems. — Zeitliche Verbreitung der Tiere. — I. Abschnitt: **Kopf- und Mundhöhle.** Schädel der Vertebraten. — Anatomie des Kauapparates. — Entwicklung der Mundhöhle. — Wachstum der Kieferknochen. — Verknöcherung und Verkalkung. — II. Abschnitt: **Die Zähne im allgemeinen.** Bedeutung der Zähne. — Vorkommen der Zähne. — Anordnung der Zähne. — Zahl der Zähne. — Form der Zähne. — Ursprung der Zahnformen. — Entwicklung der Zahnformen. — Uebergang der Zahnformen. — Homologie der Zähne. — Makroskopischer Bau der Zähne. — Mikroskopischer Bau der Zähne. — Entwicklung der Zähne: Zahnentwicklung der Säugetiere. — Zahnentwicklung der niederen Vertebraten. — Zahnentwicklung der Fische. — Zahnentwicklung der Amphibien. — Zahnentwicklung der Reptilien. — Dentition: Dentition der Vertebraten. — Mechanismus des Durchbruches. — Erste Dentition beim Menschen. — Zweite Dentition beim Menschen. — Dritte Dentition. — Reduktion des Gebisses. — Höcker der Molaren. — Ueberzahl der Zähne. — Nerven und Gefäße der Zähne. — Befestigung der Zähne. — Die Zahnformel. — III. Abschnitt: **Die Zähne nach den Klassen des Tierreiches.** 1. Klasse: Die Fische. — 2. Klasse: Die Amphibien. — 3. Klasse: Die Reptilien. — 4. Klasse: Die Vögel. — 5. Klasse: Die Säugetiere. — Das Gebiß der Affen im Vergleiche zum menschlichen. — Die Bezahnung des Menschen. — Literaturverzeichnis (mit ca. 3000 Titeln). — Register.

Anatom. Anzeiger Bd. 38, Nr. 12/13 vom 17. Februar 1911:

Verf., früher Zahnarzt in Zürich, füllt eine in der deutschen odontologischen Literatur seit langem empfundene Lücke aus, indem er eine umfassende Darstellung des Zahnsystems der Wirbeltiere auf phylogenetischer Basis gibt. Angesichts der zahlreichen, noch strittigen Fragen auf diesem Gebiete ist es schwierig, schon heute ein eigentliches Lehrbuch zu schreiben. Trotzdem hat der Verf. versucht, eine zusammenhängende und übersichtliche Darstellung der neueren und neuesten Forschungsergebnisse zu liefern. Dieser Versuch ist als ein wohlgelungener zu bezeichnen.

Der Aufbau der Skeletteile

in den freien Gliedmaßen der Wirbeltiere.

Untersuchungen an urodelen Amphibien.

Von **Dr. H. von Eggeling,**
a. o. Professor und Prosektor an der anatom. Anstalt der Universität Jena.

Mit 4 lithographischen Tafeln, 147 Figuren im Texte. **Preis: 16 Mark.**

Die Kenntnis von einzelnen Punkten aus der allgemeinen Lehre vom Aufbau der knöchernen Skeletteile ist eine ungenügende und auch in der umfangreichen Literatur ist noch keine ausreichende Belehrung darüber zu finden. Dies veranlaßte die jetzt vorliegenden Untersuchungen, die bei den Urodelen begonnen wurden. Hier bereits ergaben sich so wichtige Aufklärungen bezüglich der aufgestellten Fragen, daß der Verfasser es als berechtigt ansehen durfte, die gewonnenen Ergebnisse in selbständiger Form vorzulegen. Von einer beabsichtigten Ausdehnung der Untersuchungen auch auf die einzelnen Gruppen der höheren Wirbeltiere sind noch mancherlei interessante Ergebnisse für diese Fragestellung zu erwarten. Zoologen und Anatomen werden deshalb mit besonderem Interesse diese Veröffentlichung aufnehmen.

Bau und Entstehung der Wirbeltiergelenke.

Eine morphologische und histologische Untersuchung.

Von Dr. med. **Wilh. Lubosch.**
a. o. Prof. der Anatomie an der Universität Jena.

Mit 230 Abbildungen im Text und 10 lithographischen Tafeln. 1910. **Preis: 27 Mark.**

Anatom. Anzeiger Bd. 38, Nr. 2/3 vom 10. Januar 1911:

. . . Das Werk ist sehr klar und fließend geschrieben und mit zahlreichen schönen Abbildungen im Text und prachtvollen farbigen Tafeln glänzend ausgestattet. Die gesamte Literatur ist in umfassender Weise umsichtig und kritisch verarbeitet. . . . Man kann es eher als einen Nutzen des vorliegenden außerordentlich fleißigen und gewissenhaften Werkes betrachten, daß durch dasselbe klarer gezeigt wird, wo und wie die entwicklungsmechanische Forschung auf dem Gebiete der Gelenkbildung einzusetzen hat, und wie viel da noch zu tun übrig bleibt. Strasser.

Die Rekonstruktion des Diplodocus. Von **O. Abel.** Mit 3 Tafeln und 5 Textfiguren. (Abhandlungen der k. k. Zool.-botan. Gesellschaft in Wien. Band V, Heft 3.) 1910. Preis: 2 Mark 40 Pf.

Tatsächliches aus der Entwicklung des Extremitätenskellettes bei den niederen Formen. Zugleich ein Beitrag der Entwicklungsgeschichte des Skelettes der Pinnae und der Visceralbögen. Von **Hermann Braus.** Mit 2 Tafeln und 13 Textfiguren. (Abdruck aus der Festschrift zum 70. Geburtstage von Ernst Haeckel.) 1904. Preis: 10 Mark.

Zur Frage der Abstammung der Säugetiere. Von **Max Fürbringer.** (Abdruck aus der Festschrift zum 70. Geburtstage von Ernst Haeckel.) 1904. Preis: 4 Mark 50 Pf.

Die Abstammungslehre. **Zwölf gemeinverständliche Vorträge über die Deszendenztheorie im Licht der neueren Forschung.** Von O. Abel (Wien), A. Brauer (Berlin), E. Daque (München), F. Doflein (München), K. Giesenhagen (München), R. Goldschmidt (München), R. Hertwig (München), P. Kammerer (Wien), H. Klaatsch (Breslau), O. Maas (München), R. Semon (München). Mit 325 teils farbigen Abbildungen im Text. 1911. Preis: 11 Mark, geb. 12 Mark.

Inhalt: I. **Einleitung in die Abstammungslehre.** Von Geh. Rat Prof. Dr. Richard Hertwig (München). — II. u. III. **Die Artbildung im Licht der neueren Erblichkeitslehre.** Von Prof. Dr. Richard Goldschmidt (München). — IV. **Können erworbene Eigenschaften vererbt werden?** Von Prof. Dr. Richard Semon (München). — V. **Zuchtversuche zur Abstammungslehre.** Von Privatdozent Dr. Paul Kammerer (Wien). — VI. **Die Stellung der modernen Wissenschaft zu Darwins Auslesetheorie.** Von Prof. Dr. Franz Doflein (München). — VII. **Tiergeographie und Abstammungslehre.** Von Prof. Dr. August Brauer (Berlin). — VIII. **Paliontologie, Systematik und Deszendenzlehre.** Von Dr. Edgar Dacqué (München). — IX. **Die Bedeutung der fossilen Wirbeltiere für die Abstammungslehre.** Von Prof. Dr. O. Abel (Wien). — X. **Die Tatsachen der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte und die Abstammungslehre.** Von Prof. Dr. Otto Maas (München). — XI. **Anzeichen einer Stammesentwicklung im Entwicklungsgang und Bau der Pflanzen.** Von Prof. Dr. Karl Giesenhagen (München). — XII. **Die Stellung des Menschen im Naturganzen.** Von Prof. Dr. Hermann Klaatsch (Breslau). — Register.

Tierhaaratlas. Von Dr. **Hans Friedenthal,** Nicolassee bei Berlin. Mit 989 Abbildungen auf 16 mehrfarbigen und 19 einfarbigen Tafeln. 1911. Großfolio. Preis: 40 Mark.

Für die Erforschung der Behaarung hat Dr. Friedenthal bereits eine Reihe wertvoller Beiträge geliefert. Der neue Atlas gibt das Material zu einer vergleichenden Betrachtung. Den makroskopischen Bildern der verschiedenen Säugetierordnungen folgen zahlreiche mikroskopische Haarbilder, zusammen in den fast 1000 Abbildungen also ein Anschauungsmaterial, das seinesgleichen noch nicht hat. Zoologen, Anthropologen und Anatomen werden auch dieses neueste Werk des Forschers mit besonderer Freude begrüßen.

Die Säugetierontogenese in ihrer Bedeutung für die Phylogenie der Wirbeltiere. Von **A. A. W. Hubrecht** in Utrecht. Mit 186 Textfiguren. 1909. Preis: 7 Mark.

„Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie" 1910:

. . . Das überaus inhaltreiche Werk stellt sich in vielen Fällen in schärfsten Gegensatz zu herrschenden oder geläufigen Ansichten über die Ontogenie der Säuger; es verdient darin alle Beachtung und wird zweifellos in manchem in nicht zu ferner Zeit volle Anerkennung finden, so insbesondere hinsichtlich der Auffassung der Keimblätterbildung." J. Meisenheimer, Jena.

Die progessive Reduktion der Variabilität und ihre Beziehungen zum Aussterben und zur Entstehung der Arten. Von Dr. **Daniel Rosa,** Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Kgl. Universität Modena. Im Einverständnis mit dem Verfasser aus dem Italienischen übersetzt von Dr. Heinrich Bosshard, Prof. an der Kantonschule in Zürich. 1903. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Zoologisches Centralblatt, XI. Jahrg., Nr. 15 vom 12. Aug. 1904:

Die vorstehend bezeichnete interessante Abhandlung geht von den Tatsachen des Aussterbens von Arten aus und sucht die Ursachen dieser Erscheinung zu erklären, denn „die Prüfung der Gesetze, welche das Aussterben der Arten beherrschen, vermittelt unzweifelhaft auch das Verständnis für die Fragen, die sich auf ihren Ursprung beziehen." Die Arbeit zerfällt in drei Abschnitte; der erste behandelt „das Aussterben der Arten und die progressive Reduktion der Variation", der zweite „die progressive Reduktion der Variation und die progressive Reduktion der Variabilität", der letzte endlich betitelt sich „progressive Reduktion der Variabilität und der Ursprung der Arten."

Wenn auch Ref. dem „Prinzip der progressiv verminderten Variabilität", zumal in der demselben vom Verf. zugesprochenen Tragweite nicht beizupflichten vermag, so möchte er doch nicht unterlassen, auf diese durch ihre klare und geistreiche Darstellung ungemein anregend wirkende Arbeit Rosas besonders hinzuweisen, weil in derselben Tatsachen und Zusammenhänge erörtert werden, die überhaupt oder doch in dieser Weise noch nicht behandelt worden sind und dabei zweifellos eine nicht geringe Bedeutung beanspruchen dürfen. Die deutsche Übersetzung des italienischen Originals ist vortrefflich gelungen, so daß auch in dieser Hinsicht die kleine Schrift empfohlen werden kann. F. v. Wagner (Gießen).

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle in Jena.

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 4

GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG DES LOCHENGEBIETS BEI BALINGEN

VON

ERNST FISCHER

MIT 7 TAFELN, 2 TEXTFIGUREN UND 1 GEOLOG. KARTE

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Erster Band. (Der ganzen Reihe fünfter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Kayser.**

1. Holzapfel, E., Die cephalopodenführenden Kalke des unteren Carbon von Erdbach-Breitscheid bei Herborn. Mit 8 Tafeln. 1889. Preis: 16 Mark.
2. Crié, L., Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora einiger Inseln des südpacifischen und indischen Oceans. Mit 10 Tafeln. 1889. Preis: 9 Mark.
3. Novák, O., Vergl. Studien an einigen Trilobiten aus dem Hercyn von Bicken, Wildungen, Greifenstein u. Böhmen. Mit 5 Tafeln u. 8 Textfiguren. 1890. Preis: 10 Mark.
4. Schröder, H., Untersuchungen über silurische Cephalopoden. Mit 6 Tafeln und 1 Textfigur. 1891. Preis: 10 Mark.
5. Dames, W., Ueber Zeuglodonten aus Aegypten und die Beziehungen der Archaeoceten zu den übrigen Cetaceen. Mit 7 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Zweiter Band. (Der ganzen Reihe sechster Band.)

1. Futterer, K., Die oberen Kreidebildungen der Umgebung des Lago di Santa Croce in den Venetianer Alpen. Mit 1 geologischen Karte, 1 Profil-Tafel, 10 Petrefacten-Tafeln und 25 Textfiguren. 1892. Preis: 25 Mark.
2. Burckhardt, R., Ueber Aepyornis. Mit 4 Tafeln und 2 Textfiguren. 1893. Preis: 6 Mark.
3. Jimbō, K., Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Kreideformation von Hokkaidō. Mit 9 Tafeln und 1 Kartenskizze im Text. 1894. Preis: 16 Mark.
4. Dames, W., Die Chelonier der norddeutschen Tertiärformation. Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren. 1894. Preis: 16 Mark.
5. Graf zu Solms-Laubach, H., Ueber Stigmariopsis Grand'Eury. Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 7 Mark.
6. Futterer, K., Ueber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der karnischen Voralpen. Mit 7 Tafeln und 2 Textfiguren. 1896. Preis: 12 Mark.

Neue Folge. Dritter Band. (Der ganzen Reihe siebenter Band.)

1. Jaekel, O., Beiträge zur Kenntniss der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. Mit 10 Tafeln und 29 Textfiguren. 1895. Preis: 20 Mark.
2. Koken, E., Die Reptilien des norddeutschen Wealden. Nachtrag. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. 1896. Preis: 9 Mark.
3. Steuer, A., Argentinische Jura-Ablagerungen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Geologie und Paläontologie der argentinischen Anden. Mit 24 Tafeln, 1 Kartenskizze und 7 Textfiguren. 1897. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Vierter Band. (Der ganzen Reihe achter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Koken.**

1. Kaunhowen, F., Die Gastropoden der Maestrichter Kreide. Mit 13 Tafeln. 1898. Preis: 25 Mark.
2. Tornquist, A., Der Dogger am Espinazito-Pass, nebst einer Zusammenstellung der jetzigen Kenntnisse von der argentinischen Juraformation. Mit 10 Tafeln, 1 Profilskizze und 1 Textfigur. 1898. Preis: 22 Mark.
3. Scupin, Hans, Die Spiriferen Deutschlands. Mit 10 Tafeln, 14 Abbildungen im Text und einer schematischen Darstellung. 1900. Preis: 28 Mark.
4. Philippi, E., Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Mit 21 Tafeln und 19 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Fünfter Band. (Der ganzen Reihe neunter Band.)

Herausgegeben von **E. Koken.**

1. Frech, F., Geologie der Radstädter Tauern. Mit 1 geologischen Karte und 38 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 18 Mark.
2. Baltzer, A., Geologie der Umgebung des Iseesees. Mit 1 geolog. Karte, 1 stratigr. Tabelle, 5 Tafeln und 19 Textabbildungen. 1902. Preis: 18 Mark.
3. Schlosser, M., Beiträge zur Kenntniss der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Mit 5 Tafeln und 3 Abbildungen im Text. 1902. Preis: 28 Mark.
4. Koken, E., Ueber Hybodus. Mit 4 Tafeln und 5 Textabbildungen. 1907. Preis: 6 Mark.

Neue Folge. Sechster Band. (Der ganzen Reihe zehnter Band.)

1. von Huene, Friedrich, Uebersicht über die Reptilien der Trias. Mit 9 Tafeln und 78 Textabbildungen. 1902. Preis: 24 Mark.
2. Volz, Wilhelm, Zur Geologie von Sumatra. Beobachtungen und Studien. Mit 12 Tafeln, 3 Karten und 45 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 36 Mark.
3. Fraas, E., Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mitteleocän vom Mokattam bei Cairo. Mit 3 Tafeln. 1904. Preis: 6 Mark.
4. Lasswitz, Rudolf, Die Kreide-Ammoniten von Texas. (Collectio F. Roemer.) Mit 8 Tafeln und 8 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 15 Mark.
5. Rau, Karl, Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens. Mit Ausschluss der Spiriferinen. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. 1905. Preis: 10 Mark.

Neue Folge. Siebenter Band. (In Vorbereitung.)

Neue Folge. Achter Band. (Der ganzen Reihe zwölfter Band.)

1. Noetling, Fritz, Die Entwickelung von Indoceras Baluchistanense Noetling. Ein Beitrag zur Ontogenie der Ammoniten. Mit 7 Tafeln und 22 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 20 Mark.
2. von Huene, Ueber die Dinosaurier der aussereuropäischen Trias. Mit 16 Tafeln und 102 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 28 Mark.
3. Heinecke, Erich, Die Ganoiden und Teleostier des lithographischen Schiefers von Nusplingen. Mit 8 Tafeln und 21 Abbild. im Text. 1907. Preis: 15 Mark.
4. Knapp, A., Ueber die Entwicklung von Oxynoticeras oxynotum Qu. Mit 4 Tafeln und 18 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 8 Mark.
5. von Wittenburg, Paul, Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. Mit 5 Tafeln und 15 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 12 Mark.
6. von Huene, Friedrich, 1. Ein ganzes Tylosaurus-Skelett. 2. Ein primitiver Dinosaurier aus Elgin. 3. Neubeschreibung von Dasyceps Bucklandi. Mit 2 Klapptafeln, 3 Tafeln und 34 Figuren im Text. 1910. Preis: 14 Mark.

Neue Folge. Neunter Band. (Der ganzen Reihe dreizehnter Band.)

1. Gaub, Friedrich, Die Jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb. Mit 10 Lichtdruck-Tafeln. 1910. Preis: 20 Mark.
2. Beck, Hans, Ischiotische Massenexplosionen. Mit 29 Abbildungen auf 9 Tafeln und 9 Figuren im Text. 1910. Preis: 18 Mark.
3. Freudenberg, Wilhelm, Die Säugetierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexiko. I. Carnivoren. Mit 9 Tafeln und 5 Textfiguren. 1910. Preis: 15 Mark.
4. Lang, Richard, Beitrag zur Stratigraphie des mittleren Keupers zwischen der Schwäbischen Alb und dem Schweizer Jura. Mit 1 Tafel. 1910. Preis: 6 Mark.
5. Stappenbeck, Richard, Umrisse des geologischen Aufbaues der Vorkordillere zwischen den Flüssen Mendoza und Jachal. Mit 1 Karte im Maßstabe 1:500000, 3 Tafeln und 33 Textfiguren. 1911. Preis: 30 Mark.

Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlags.

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Zehnter Band. (Der ganzen Reihe vierzehnter Band.)

1. von Huene, F., 1. Ueber Erythrosuchus, Vertreter der neuen Reptil-Ordnung Pelycosauria. 2. Beiträge zur Kenntnis und Beurteilung der Parasuchier. Mit 19 Tafeln und 96 Textfiguren. 1911. Preis: 46 Mark.
2. Boden, Karl, Die Fauna des unteren Oxford von Popilany in Litauen. Mit 8 Tafeln und 12 Abbild. im Text. 1911. Preis: 24 Mark.
3. Stolley, E., Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemniten der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemniten des norddeutschen Gault- (Aptiens und Albiens). Mit 8 Tafeln. 1911. Preis: 18 Mark.
4. Dacqué, E., Die fossilen Schildkröten Aegyptens. Mit 4 Beilagen 2 Tafeln und 19 Textfiguren. 1912. Preis: 15 Mark.
5. Rassmuss, Hans, Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza. Mit 1 Karte, 6 Tafeln und 4 Textfiguren. 1912. Preis: 24 Mark.

Neue Folge. Elfter Band. (Der ganzen Reihe fünfzehnter Band.)

1. Delhaes, Wilhelm und Gerth, Heinrich, Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Oensingen (Solothurn). Mit 8 Tafeln, 10 Textfig. u. 1 geolog. Karte im Maßstabe 1:25000. 1912. Preis: 28 Mark.
2. I. Wagner, Georg, Stylolithen und Drucksuturen. Mit 3 Tafeln und 7 Textfiguren. — II. Noetling, Fritz, Ueber Glazialschichten angeblich cambrischen Alters in Süd-Australien. Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren. 1912. Preis: 16 Mark.
3. Schmidt, Martin, Ueber Paarhufer der fluviomarinen Schichten des Fajum. Odontographisches und osteologisches Material. (Arbeit aus dem Kgl. Naturalienkabinett zu Stuttgart.) Mit 9 Tafeln in Lichtdruck und 22 Textabbildungen. (Nach Photographien und Zeichnungen des Verfassers.) 1912. Preis: 30 Mark.

Supplement-Band I:

Die Dinosaurier der europäischen Triasformation mit besonderer Berücksichtigung der außereuropäischen Vorkommnisse. Von **Friedrich von Huene**, a. o. Professor in Tübingen. Mit 351 Abbildungen im Text und einem Atlas von 111 Tafeln. 1907—1908. Preis: 160 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort. 1. Historische Einleitung. — 2. Beschreibung der einzelnen Funde. — 3. Systematische Uebersicht über die beschriebenen Arten. Anhang: Einzelaufzählung des Materials. — 4. Rekonstruktionen und Anatomisches. — 5. Vergleichung der europäischen und außereuropäischen Dinosaurier der Trias unter sich. — 6. Vergleichung der triassischen und der jüngeren Theropoden. — 7. Das Verhältnis der Theropoden zu den Sauropoden. — 8. Das Verhältnis der Theropoden zu den Orthopoden. — 9. Die Beziehungen der Dinosaurier zu anderen Reptilien. — 10. Die Entwicklung der Dinosaurier. Verzeichnis der benutzten Literatur.

Grundzüge der tektonischen Geologie.

Von Dr. **Otto Wilckens**,
a. o. Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität Jena.

Mit 118 Abbildungen. 1912. **Preis: 3 Mark 50 Pf., geb. 4 Mark 50 Pf.**

Inhalt: Einleitung. — 1. Begriff und Aufgabe der tektonischen Geologie. 2. Epirogenetische und orogenetische Bewegungen. 3. Die Dislokationen. — Morphologische Tektonik. I. Die tangentialen Dislokationen. A. Faltung. 1. Die Falte und ihre Teile. 2. Arten der Falten. 3. Die Reduktion des Mittelschenkels und die Faltenüberschiebung. 4. Faltenzüge. 5. Faltenachse. 6. Dimensionen der Falte. 7. Verbindung mehrerer Falten. 8. Konkordante und diskordante Faltung. 9. Fältelung. — B. Ueberschiebung. 1. Die Faltenüberschiebung. 2. Die Ueberschiebungsdecke und ihre Teile. 3. Gefaltete Decken und Deckenverzweigung. 4. Verbindung mehrerer Decken. 5. Mit Ueberschiebungen vergesellschaftete mechanische Beeinflussungen, Verdrückungen und Ausquetschungen von Decken und Deckenteilen. 6. Die Verstellung der Fazies. — C. Zweifache Faltung, diskordante Lagerung. — D. Erodierte Falten und Ueberschiebungsdecken. 1. Falten. 2. Decken. 3. Massive. 4. Faltung nach Erosion. — E. Transversalverschiebungen. — F. Ueberschiebung ohne vorhergehende Faltung, Scholenüberschiebung, Spaltdecken, listrische Flächen. — II. Die radialen Dislokationen. A. Die Flexur. — B. Die Verwerfungen. 1. Die Verwerfungen. 2. Streichen und Fallen der Verwerfungen. 3. Sprunghöhe und Sprungweite der Verwerfungen. 4. Verwerfungen in gefalteten Schichten. 5. Zusammentritt mehrerer Verwerfungen. 6. Schleppung an Verwerfungen. 7. Wiederholte Bruchbildung. 8. Radiale Dislokationen und Oberfläche ehemals gebeugte Verwerfungen. — Wichtige Literatur. — Register.

Die zahlreichen Monographien des letzten Dezenniums über den Bau der alpinen Gebirge haben eine Terminologie geschaffen, deren Bezeichnungen naturgemäß so neu sind wie die Erkenntnis der Lagerungsverhältnisse, auf die sie sich beziehen. Ihre Berücksichtigung hat der Verfasser für seine wichtigste Aufgabe bei der Zusammenstellung dieses kleinen Leitfadens der tektonischen Geologie gehalten, der darum aber die anderen Erscheinungen des Schichtenbaues nicht weniger berücksichtigen soll. Er ist in erster Linie als Ergänzung zu den Lehrbüchern der Geologie gedacht und wird daher allen Studierenden der Geologie, Mineralogie und Geographie, weiter auch den Lehrern und einem weiteren Kreise von Gebildeten, die für Geologie Interesse haben, von besonderem Werte sein.

Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre

und ihre Anwendung auf die Probleme der Mineralogie, Petrographie und Geologie.

Von Dr. **Robert Marc**,
a. o. Professor an der Universität Jena.

Mit 144 Abbildungen im Text (VI, 212 S. gr. 8°.) 1911. **Preis: 5 Mark.**

Inhalt. I. Vorlesung: Der Begriff des Gleichgewichts in der Chemie. — II. Vorlesung: Einfluß von Aenderungen der Konzentration, des Druckes und Temperatur auf das Gleichgewicht. a) Massenwirkungsgesetz. b) Phasenregel. — III. Vorlesung: Abhängigkeit des Schmelzpunktes vom Druck. Polymorphe Umwandlung. — IV. Vorlesung: Abhängigkeit der Stabilität vom Druck. Kristallisations- und Umwandlungsgeschwindigkeit und ihr Einfluß auf die Struktur des entstehenden Produktes. — V. Vorlesung: Systeme aus zwei Komponenten. — VI. Vorlesung: Einfluß des Druckes auf Systeme aus zwei Komponenten, deren Ausscheidungsfolge und Ausscheidungsform. Der Begriff der Lösung. — VII. Vorlesung: Die festen Lösungen. — VIII. Vorlesung: Systeme aus drei Komponenten. — IX. Vorlesung: Systeme aus mehreren Komponenten, von denen die eine flüchtig ist; speziell wäßrige Lösungen. a) Kryohydratischer Punkt; Schmelzpunkt von Hydraten. b) Die Zersetzung von Hydraten. c) Dreistoff-systeme. d) Das isothermе Diagramm. e) Das granitische Magma. — X. Vorlesung: Die Untersuchungen van't Hoffs über die ozeanischen Salzablagerungen. a) Einleitende Untersuchungen. b) Die einzelnen Zweistoffsysteme. c) Die Kristallisationsbahnen. — XI. Vorlesung: Die Untersuchungen van't Hoffs über die ozeanischen Salzablagerungen (Fortsetzung. a) Mitberücksichtigung des Chlornatriums. b) Die Umwandlungs-vorgänge und die Methode ihrer Untersuchung. c) Die wichtigsten Aenderungen bei höheren Temperaturen. d) Prüfung der experimentellen Ergebnisse an den natürlichen Vorkommen. — XII. Vorlesung: Gleichgewichte an Oberflächen. a) Die Adsorptionsreaktionen. b) Die Natur der Gele und ihre Beleuchtung im Mineralreich. c) Die Adsorption an kristallinischen Stoffen. — XIII. Vorlesung: Allgemeine geochemische Betrachtungen.

Chemiker-Zeitung. 1911. Nr. 120:

Das Buch ist aus Vorlesungen entstanden, die der Verfasser vor Studierenden der Mineralogie gehalten hat. Dem Physiko-Chemiker zeigt die geschickte Zusammenstellung des behandelten Materials von neuem, daß seine Wissenschaft ein unentbehrliches Werkzeug für die Lehre von den Mineralien und Gesteinen geworden ist. Das ungemein klar und leicht geschriebene Buch ist nicht nur den Mineralogen, sondern auch den Chemikern zu empfehlen; sie alle werden zahlreiche Anregungen finden.

Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition

auf dem Dampfer „Valdivia" 1898—1899. Im Auftrage des Reichsamtes des Innern herausgegeben von **Carl Chun**, Professor der Zoologie in Leipzig, Leiter der Expedition.

Erster Band.

Oceanographie und maritime Meteorologie. Im Auftrage des Reichs-Marine-Amts bearbeitet von Dr. Gerhard Schott, Assistent bei der deutschen Seewarte in Hamburg, Mitglied der Expedition. Mit einem Atlas von 40 Tafeln (Karten, Profilen, Maschinenzeichnungen usw.), 26 Tafeln (Temperatur-Diagrammen) und mit 35 Figuren im Text 1902. Preis für Text und Atlas: 120 Mark.

Bei der Bearbeitung der Oceanographie und maritimen Meteorologie sind vorwiegend zwei Gesichtspunkte, nämlich der geographische und der biologische, berücksichtigt worden. Um einen sowohl für die Geographie wie für die Biologie nutzbaren Einblick in die physikalischen Verhältnisse der Tiefsee zu gewinnen, wurde die Darstellung nicht auf die „Valdivia"-Messungen beschränkt, sondern auf das gesamte bis jetzt vorliegende Beobachtungsmaterial ausgedehnt. In gewisser Hinsicht wird hier eine Monographie des atlantischen und indischen Oceans geboten, welche ihren Schwerpunkt in die zahlreichen konstruktiven Karten und Profile legt.

Zehnter Band. Heft 1—4. (gr. Fol.-Form.) Preis: 62 Mark.

Heft 1: **Das Wiederauffinden der Bouvet-Insel durch die deutsche Tiefsee-Expedition.** Von Kap. W. Sachse. Mit 9 Tafeln und 1 Abbildung im Text. 1905. Preis: 18 Mark.

Heft 2: **Petrographie. I. Untersuchung des vor Enderby-Land gedredschten Gesteinsmaterials.** Von F. Zirkel und R. Reinisch. Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen im Text. 1905. Preis: 3 Mark.

Heft 3: **Petrographie. II. Gesteine von der Bouvet-Insel, von Kerguelen, St. Paul und Neu-Amsterdam.** Von R. Reinisch. Mit 5 Tafeln und 2 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 15 Mark.

Heft 4: **Die Grundproben der deutschen Tiefsee-Expedition.** Von John Murray und Prof. E. Philippi. Mit 7 Tafeln und 2 Karten. 1908. Preis: 26 Mark.

Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie.

Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Mineralog. Gesellschaft von Dr. **G. Linck**, o. ö. Prof. für Mineralogie und Geologie an der Universität Jena, d. Z. Schriftführer.

Erster Band. Mit 53 Abbildungen. Preis (für den Einzelkauf): 9 Mark.

Inhalt: 1. Bericht über die Hauptversammlung in Königsberg i. Pr. 1910. — 2. R. Brauns, Die Vorschriften der Prüfungsordnungen für Mineralogie mit Geologie, Chemie und verwandte Fächer, und die Vorschläge der Unterrichtskommission. — 3. H. Baumhauer, Geometrische Kristallographie. Ueber das Gesetz von der Komplikation und die Entwicklung der Kristallflächen in flächenreichen Zonen. — 4. O. Mügge, Ueber die Zwillingsbildung der Kristalle. — 5. F. Becke, Ueber die Ausbildung der Zwillingskristalle. — 6. A. Ritzel, Die Kristallisations- und Auflösungsgeschwindigkeit. — 7. R. Marc, Die Phasenregel und ihre Anwendung auf mineralogische Fragen. — 8. R. Brauns, Die Ursachen der Färbung dilut gefärbter Mineralien und der Einfluß von Radiumstrahlen auf die Färbung. — 9. A. Bergeat, Die genetische Deutung der nord- und mittelschwedischen Eisenerzlagerstätten in der Literatur der letzten Jahre. — 10. A. Schwantke, Neue Mineralien. — 11. F. Rinne, Salzpetrographie und Metallographie im Dienste der Eruptivgesteinskunde. — 12. F. Becke, Fortschritte auf dem Gebiete der Metamorphose. — 13. F. Berwerth, Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900. — 14. H. E. Boeke, J. van't Hoff. Seine Bedeutung für Mineralogie und Geologie.

Zweiter Band. Mit 13 Abbildungen. 1912. Preis: 10 Mark 50 Pf.

Inhalt: 1. Bericht über die Hauptversammlung in Heidelberg-Karlsruhe 1911. — 2. R. Brauns, Bericht über die Tätigkeit des Damnu im Jahre 1911. — 3. A. Bergeat, Epigenetische Erzlagerstätten und Eruptivgesteine. (Referat erstattet in Karlsruhe.) — 4. J. H. L. Vogt, Ueber die Bildung von Erzlagerstätten durch magmatische Differentiation. (Referat erstattet in Karlsruhe.) — 5. H. Tertsch, Neuere Studien über Kristalltrachten. — 6. A. Ritzel, Kristallplastizität. — 7. F. Wallerant, Physikalische Eigenschaften isomorpher Mischkristalle. — 8. H. Stremme, Die Chemie des Kaolins. — 9. A. Schwantke, Neue Mineralien. — 10. R. Görgey, Schöne und bedeutende Mineralfunde. — 11. L. Milch, Die primären Strukturen und Texturen der Eruptivgesteine. — 12. U. Grubenmann, Struktur und Textur der metamorphischen Gesteine. — 13. F. Berwerth, Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900. (Fortsetzung.) — 14. K. Schulz, Die spezifische Wärme der Mineralien und der künstlich hergestellten Stoffe von entsprechender Zusammensetzung.

Ueber den Buntsandstein in Deutschland und seine Bedeutung für die Trias.

Nebst Untersuchungen über Sand- und Sandsteinbildungen im Allgemeinen. Von Dr. **J. G. Bornemann.** Mit 3 Tafeln und 4 Textabbildungen. (Beiträge zur Geologie und Paläontologie. Heft 1.) (61 S. 4°.) 1889. Preis: 7 Mark.

Der Ehrenberg bei Ilmenau.

Geologisch und lithologisch beschrieben von Dr. **E. E. Schmid**, Prof. der Mineralogie an der Universität Jena. Mit 3 Tafeln. 1876. Preis: 4 Mark.

Die quarzfreien Porphyre des zentralen thüringer Waldgebietes und ihre Begleiter.

Von Dr. **E. E. Schmid**, Prof. der Mineralogie an der Universität Jena, (Geh. Hofrat). Mit 6 lithographischen Tafeln. (106 S. gr. 4°.) 1880. Preis: 18 Mark.

Inhalt: 1. Einleitung. — 2. Reine Porphyre. — 3. Conglomeratische Porphyre und Porphyrtuffe. — 4. Conglomerate Sandsteine und Schiefer. — 5. Durchsetzende Stöcke und Gänge. — 6. Lagerung.

GEOLOGISCHE
UND
PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
E. KOKEN
NEUE FOLGE BAND XI. (DER GANZEN REIHE BD. XV.) HEFT 5

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER PLESIOSAURIER-GATTUNGEN PELONEUSTES UND PLIOSAURUS

NEBST ANHANG:
ÜBER DIE BEIDEN ERSTEN HALSWIRBEL DER PLESIOSAURIER

VON

HERMANN LINDER
AUS EBINGEN

MIT 4 TAFELN UND 40 TEXTFIGUREN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1913

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Erster Band. (Der ganzen Reihe fünfter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Kayser.**

1. Holzapfel, E., Die cephalopodenführenden Kalke des unteren Carbon von Erdbach-Breitscheid bei Herborn. Mit 8 Tafeln. 1889. Preis: 16 Mark.
2. Crié, L., Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora einiger Inseln des südpacifischen und indischen Oceans. Mit 10 Tafeln. 1889. Preis: 9 Mark.
3. Novák, O., Vergl. Studien an einigen Trilobiten aus dem Hercyn von Bicken, Wildungen, Greifenstein u. Böhmen. Mit 5 Tafeln u. 8 Textfiguren. 1890. Preis: 10 Mark.
4. Schröder, H., Untersuchungen über silurische Cephalopoden. Mit 6 Tafeln und 1 Textfigur. 1891. Preis: 10 Mark.
5. Dames, W., Ueber Zeuglodonten aus Aegypten und die Beziehungen der Archaeoceten zu den übrigen Cetaceen. Mit 7 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Zweiter Band. (Der ganzen Reihe sechster Band.)

1. Futterer, K., Die oberen Kreidebildungen der Umgebung des Lago di Santa Croce in den Venetianer Alpen. Mit 1 geologischen Karte, 1 Profil-Tafel, 10 Petrefacten-Tafeln und 25 Textfiguren. 1892. Preis: 25 Mark.
2. Burckhardt, R., Ueber Aepyornis. Mit 4 Tafeln und 2 Textfiguren. 1893. Preis: 6 Mark.
3. Jimbō, K., Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Kreideformation von Hokkaidō. Mit 9 Tafeln und 1 Kartenskizze im Text. 1894. Preis: 16 Mark.
4. Dames, W., Die Chelonier der norddeutschen Tertiärformation. Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren. 1894. Preis: 16 Mark.
5. Graf zu Solms-Laubach, H., Ueber Stigmariopsis Grand'Eury. Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur. 1894. Preis: 7 Mark.
6. Futterer, K., Ueber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der karnischen Voralpen. Mit 7 Tafeln und 2 Textfiguren. 1896. Preis: 12 Mark.

Neue Folge. Dritter Band. (Der ganzen Reihe siebenter Band.)

1. Jaekel, O., Beiträge zur Kenntniss der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. Mit 10 Tafeln und 29 Textfiguren. 1895. Preis: 20 Mark.
2. Koken, E., Die Reptilien des norddeutschen Wealden. Nachtrag. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. 1896. Preis: 9 Mark.
3. Steuer, A., Argentinische Jura-Ablagerungen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Geologie und Paläontologie der argentinischen Anden. Mit 24 Tafeln, 1 Kartenskizze und 7 Textfiguren. 1897. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Vierter Band. (Der ganzen Reihe achter Band.)

Herausgegeben von **W. Dames** und **E. Koken.**

1. Kaunhowen, F., Die Gastropoden der Maestrichter Kreide. Mit 13 Tafeln. 1898. Preis: 25 Mark.
2. Tornquist, A., Der Dogger am Espinazito-Pass, nebst einer Zusammenstellung der jetzigen Kenntnisse von der argentinischen Juraformation. Mit 10 Tafeln, 1 Profilskizze und 1 Textfigur. 1898. Preis: 22 Mark.
3. Scupin, Hans, Die Spiriferen Deutschlands. Mit 10 Tafeln, 14 Abbildungen im Text und einer schematischen Darstellung. 1900. Preis: 28 Mark.
4. Philippi, E., Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Mit 21 Tafeln und 19 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 40 Mark.

Neue Folge. Fünfter Band. (Der ganzen Reihe neunter Band.)

Herausgegeben von **E. Koken.**

1. Frech, F., Geologie der Radstädter Tauern. Mit 1 geologischen Karte und 38 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 18 Mark.
2. Baltzer, A., Geologie der Umgebung des Iseosees. Mit 1 geolog. Karte, 1 stratigr. Tabelle, 5 Tafeln und 19 Textabbildungen. 1902. Preis: 18 Mark.
3. Schlosser, M., Beiträge zur Kenntniss der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Mit 5 Tafeln und 3 Abbildungen im Text. 1902. Preis: 28 Mark.
4. Koken, E., Ueber Hybodus. Mit 4 Tafeln und 5 Textabbildungen. 1907. Preis: 6 Mark.

Neue Folge. Sechster Band. (Der ganzen Reihe zehnter Band.)

1. von Huene, Friedrich, Uebersicht über die Reptilien der Trias. Mit 9 Tafeln und 78 Textabbildungen. 1902. Preis: 24 Mark.
2. Volz, Wilhelm, Zur Geologie von Sumatra. Beobachtungen und Studien. Mit 12 Tafeln, 3 Karten und 45 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 36 Mark.
3. Fraas, E., Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mitteleocän vom Mokattam bei Cairo. Mit 3 Tafeln. 1904. Preis: 6 Mark.
4. Lasswitz, Rudolf, Die Kreide-Ammoniten von Texas. (Collectio F. Roemer.) Mit 8 Tafeln und 8 Abbildungen im Text. 1904. Preis: 15 Mark.
5. Rau, Karl, Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens. Mit Ausschluss der Spiriferinen. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. 1905. Preis: 16 Mark.

Neue Folge. Siebenter Band. (In Vorbereitung.)

Neue Folge. Achter Band. (Der ganzen Reihe zwölfter Band.)

1. Noetling, Fritz, Die Entwickelung von Indoceras Baluchistanense Noetling. Ein Beitrag zur Ontogenie der Ammoniten. Mit 7 Tafeln und 22 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 20 Mark.
2. von Huene, Ueber die Dinosaurier der aussereuropäischen Trias. Mit 16 Tafeln und 102 Abbildungen im Text. 1906. Preis: 28 Mark.
3. Heinecke, Erich, Die Ganoiden und Teleostier des lithographischen Schiefers von Nusplingen. Mit 8 Tafeln und 21 Abbild. im Text. 1907. Preis: 15 Mark.
4. Knapp, A., Ueber die Entwicklung von Oxynoticeras oxynotum Qu. Mit 1 Tafeln und 18 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 8 Mark.
5. von Wittenburg, Paul, Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. Mit 5 Tafeln und 15 Abbildungen im Text. 1908. Preis: 12 Mark.
6. von Huene, Friedrich, 1. Ein ganzes Tylosaurus-Skelett. 2. Ein primitiver Dinosaurier aus Elgin. 3. Neubeschreibung von Dasyceps Bucklandi. Mit 2 Klapptafeln, 3 Tafeln und 31 Figuren im Text. 1910. Preis: 14 Mark.

Neue Folge. Neunter Band. (Der ganzen Reihe dreizehnter Band.)

1. Gaub, Friedrich, Die Jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb. Mit 10 Lichtdruck-Tafeln. 1910. Preis: 20 Mark.
2. Reck, Hans, Isländische Masseneruptionen. Mit 20 Abbildungen auf 9 Tafeln und 9 Figuren im Text. 1910. Preis: 18 Mark.
3. Freudenberg, Wilhelm, Die Säugetierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexiko. I. Carnivoren. Mit 9 Tafeln und 5 Textfiguren. 1910. Preis: 15 Mark.
4. Lang, Richard, Beitrag zur Stratigraphie des mittleren Keupers zwischen der Schwäbischen Alb und dem Schweizer Jura. Mit 1 Tafel. 1910. Preis: 6 Mark.
5. Stappenbeck, Richard, Umrisse des geologischen Aufbaues der Vorkordillere zwischen den Flüssen Mendoza und Jachal. Mit 1 Karte im Maßstabe 1:500000, 3 Tafeln und 33 Textfiguren. 1911. Preis: 30 Mark.

Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlags.

Geologische und paläontologische Abhandlungen.

Neue Folge. Zehnter Band. (Der ganzen Reihe vierzehnter Band.)

1. von Huene, F., 1. Ueber Erythrosuchus, Vertreter der neuen Rapid-Ordnung Pelycosimia. 2. Beiträge zur Kenntnis und Beurteilung der Parasuchier. Mit 19 Tafeln und 96 Textfiguren. 1911. Preis: 46 Mark.
2. Boden, Karl, Die Fauna des unteren Oxford von Popilany in Litauen. Mit 5 Tafeln und 12 Abbild. im Text. 1911. Preis: 24 Mark.
3. Stolley, E., Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemniten der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemniten des norddeutschen Gaults (Aptien und Albien). Mit 8 Tafeln. 1911. Preis: 18 Mark.
4. Dacqué, E., Die fossilen Schildkröten Aegyptens. Mit 4 Beilagen, 2 Tafeln und 19 Textfiguren. 1912. Preis: 13 Mark.
5. Rassmuss, Hans, Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza. Mit 1 Karte, 6 Tafeln und 4 Textfiguren. 1912. Preis: 24 Mark.

Neue Folge. Elfter Band. (Der ganzen Reihe fünfzehnter Band.)

1. Delhaes, Wilhelm und Gerth, Heinrich, Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Oensingen (Solothurn). Mit 8 Tafeln, 10 Textfig. u. 1 geolog. Karte im Maßstabe 1:25000. 1912. Preis: 28 Mark.
2. I. Wagner, Georg, Stylolithen und Drucksuturen. Mit 3 Tafeln und 7 Textfiguren. — II. Noetling, Fritz, Ueber Glazialschichten angeblich camprischen Alters in Süd-Australien. Mit 1 Tafeln und 3 Textfiguren. 1912. Preis: 16 Mark.
3. Schmidt, Martin, Ueber Paarhufer der fluviomarinen Schichten des Fajum. Odontographisches und osteologisches Material. (Arbeit aus dem Kgl. Naturalienkabinett zu Stuttgart.) Mit 9 Tafeln in Lichtdruck und 22 Textabbildungen. (Nach Photographien und Zeichnungen des Verfassers.) 1912. Preis: 30 Mark.
4. Fischer, Ernst, Geologische Untersuchung des Lochengebietes bei Balingen. Mit 7 Tafeln, 2 Textfiguren und 1 geolog. Karte. 1913. Preis: 15 Mark.

Supplement-Band I:

Die Dinosaurier der europäischen Triasformation mit besonderer Berücksichtigung der außereuropäischen Vorkommnisse. Von **Friedrich von Huene**, a. o. Professor in Tübingen. Mit 351 Abbildungen im Text und einem Atlas von 111 Tafeln. 1907—1908. Preis: 160 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort. 1. Historische Einleitung. — 2. Beschreibung der einzelnen Funde. — 3. Systematische Uebersicht über die beschriebenen Arten. Anhang: Einzelaufzählung des Materials. — 4. Rekonstruktionen und Anatomisches. — 5. Vergleichung der europäischen und außereuropäischen Dinosaurier der Trias unter sich. — 6. Vergleichung der triassischen und der jüngeren Theropoden. — 7. Das Verhältnis der Theropoden zu den Sauropoden. — 8. Das Verhältnis der Theropoden zu den Orthopoden. — 9. Die Beziehungen der Dinosaurier zu anderen Reptilien. — 10. Die Entwicklung der Dinosaurier. Verzeichnis der benutzten Literatur.

Vergleichende Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten.

Von Dr. **Paul de Terra,**
vorm. Zahnarzt in Zürich.

Mit 200 Textabbildungen. 1911. **Preis: 12 Mark, geb. 13 Mark.**

Anatom. Anzeiger Bd. 38, Nr. 12/13 vom 17. Februar 1911:

Verf., früher Zahnarzt in Zürich, füllt eine in der deutschen odontologischen Literatur seit langem empfundene Lücke aus, indem er eine umfassende Darstellung des Zahnsystems der Wirbeltiere auf phylogenetischer Basis gibt. Angesichts der zahlreichen, noch strittigen Fragen auf diesem Gebiete ist es schwierig, schon heute ein eigentliches Lehrbuch zu schreiben. Trotzdem hat der Verf. versucht, eine zusammenhängende und übersichtliche Darstellung der neueren und neuesten Forschungsergebnisse zu liefern. Dieser Versuch ist als ein wohlgelungener zu bezeichnen.

Der Aufbau der Skeletteile

in den freien Gliedmaßen der Wirbeltiere.

Untersuchungen an urodelen Amphibien.

Von Dr. **H. von Eggeling,**
a. o. Professor und Prosektor an der anatom. Anstalt der Universität Jena.

Mit 4 lithographischen Tafeln, 147 Figuren im Texte. **Preis: 16 Mark.**

Die Kenntnis von einzelnen Punkten aus der allgemeinen Lehre vom Aufbau der knöchernen Skeletteile ist eine ungenügende und auch in der umfangreichen Literatur ist noch keine ausreichende Belehrung darüber zu finden. Dies veranlaßte die jetzt vorliegenden Untersuchungen, die bei den Urodelen begonnen wurden. Hier bereits ergaben sich so wichtige Aufklärungen bezüglich der aufgestellten Fragen, daß der Verfasser es als berechtigt ansehen durfte, die gewonnenen Ergebnisse in selbständiger Form vorzulegen. Von einer beabsichtigten Ausdehnung der Untersuchungen auch auf die einzelnen Gruppen der höheren Wirbeltiere sind noch mancherlei interessante Ergebnisse für diese Fragestellung zu erwarten. Zoologen und Anatomen werden deshalb mit besonderem Interesse diese Veröffentlichung aufnehmen.

Bau und Entstehung der Wirbeltiergelenke.

Eine morphologische und histologische Untersuchung.

Von Dr. med. **Wilh. Lubosch,**
a. o. Prof. der Anatomie an der Universität Jena.

Mit 230 Abbildungen im Text und 10 lithographischen Tafeln. 1910. **Preis: 27 Mark.**

Anatom. Anzeiger Bd. 38, Nr. 2/3 vom 10. Januar 1911:

. . . Das Werk ist sehr klar und fließend geschrieben und mit zahlreichen schönen Abbildungen im Text und prachtvollen farbigen Tafeln glänzend ausgestattet. Die gesamte Literatur ist in umfassender Weise umsichtig und kritisch verarbeitet. . . . Man kann es eher als einen Nutzen des vorliegenden außerordentlich fleißigen und gewissenhaften Werkes betrachten, daß durch dasselbe klarer gezeigt wird, wo und wie die entwicklungsmechanische Forschung auf dem Gebiete der Gelenkbildung einzusetzen hat, und wie viel da noch zu tun übrig bleibt.

Strasser.

Die Rekonstruktion des Diplodocus. Von **O. Abel.** Mit 3 Tafeln und 5 Textfiguren. (Abhandlungen der k. k. Zool.-botan. Gesellschaft in Wien. Band V, Heft 3.) 1910.
Preis: 2 Mark 40 Pf.

Beiträge zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Vertebraten. Von Dr. **G. Baur.** Erster Teil: Batrachia. Mit 3 lithographischen Tafeln und einem Holzschnitt. Preis: 3 Mark 50 Pf.

The Elephant's Head. Studies in the Comparative Anatomy of the Organs of the Head of the Indian Elephant and other Mammals. By **J. E. V. Boas** und **Simon Paulli.** Published at the cost of the Carlsberg-Fund, Copenhagen.

First Part: The Facial Muscles and the Proboscis. With 17 plates in colours. (Page XVI und 1—80. gr. Fol. [55,5×38,7 cm]). 1908.
Preis: in Mappe 100 Mark.

Odontologische Studien I. Die Ontogenie der Primatenzähne. Versuch einer Lösung der Gebißprobleme. Von Prof. Dr. **L. Bolk,** Direktor des anatomischen Instituts der Universität Amsterdam. Mit 2 Tafeln und 74 Abbildungen im Text. (VII, 122 S. gr. 8°.) 1913. Preis: 5 Mark.

Inhalt: 1. Die laterale Schmelzleiste und die Schmelznische. — 2. Das Schmelzseptum und der Schmelznabel. — 3. Die Nebenleiste (rudimentäre Zahndrüsenleiste). — 4. Ueber die Beziehung des Säugerzahnes und Säugergebisses zum Zahn und Gebiß der Reptilien.

Tatsächliches aus der Entwicklung des Extremitätenskelettes bei den niederen Formen. Zugleich ein Beitrag der Entwicklungsgeschichte des Skelettes der Pinnae und der Visceralbögen. Von **Hermann Braus.** Mit 2 Tafeln und 13 Textfiguren. (Abdruck aus der Festschrift zum 70. Geburtstage von Ernst Haeckel.) (gr. 4°.) 1904. Preis: 10 Mark.

Beitrag zur Systematik und Genealogie der Reptilien. Von Prof. Dr. **Max Fürbringer.** (Abdruck aus der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 34 [N. F. Bd. 27]). 1900. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Zur Frage der Abstammung der Säugetiere. Von **Max Fürbringer.** (Abdruck aus der Festschrift zum 70. Geburtstage von Ernst Haeckel.) 1904. Preis: 4 Mark 50 Pf.

Zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Beckens und der hinteren Gliedmaßen der Ratiten. Von Dr. phil. **Hans Gadow** (Lector, Cambridge). Mit 5 kol. Tafeln. gr. 4°. 1880. Preis: 14 Mark.

Morphogenetische Studien. Als Beitrag zur Methodologie zoologischer Forschung. Von **Tad. Garbowsky.** Mit 6 chromolithographischen Tafeln. gr. 4°. 1903. Preis: 28 Mark.

Das natürliche System der Elasmobranchier auf Grundlage des Baues und der Entwicklung ihrer Wirbelsäule. Eine morphologische und palaeontologische Studie. Von **C. Hasse,** o. ö. Professor der menschlichen und der vergleichenden Anatomie an der Universität Breslau. Unter Mitwirkung der Herren Assistenten Professor Dr. G. Born, Dr. H. Strasser und Dr. Ph. Stoehr.

Allgemeiner Teil. Mit 2 Tafeln Abbildungen, 2 Stammtafeln und 6 Holzschnitten. gr. 4°. 1879. Preis: 10 Mark.

Besonderer Teil. Mit 40 Tafeln. gr. 4°. 1882. Preis: 80 Mark.

Ergänzungsheft. Mit 1 lith. Tafel, 1 Tabelle und 2 Sammeltafeln. 1885. Preis: 5 Mark.

Beiträge zur allgemeinen Stammesgeschichte der Wirbeltiere. Von **C. Hasse,** Prof. der Anatomie an der Universität Breslau. Mit 3 lithographischen Tafeln. (20 S.) gr. 4°. 1883. Preis: 4 Mark 50 Pf.

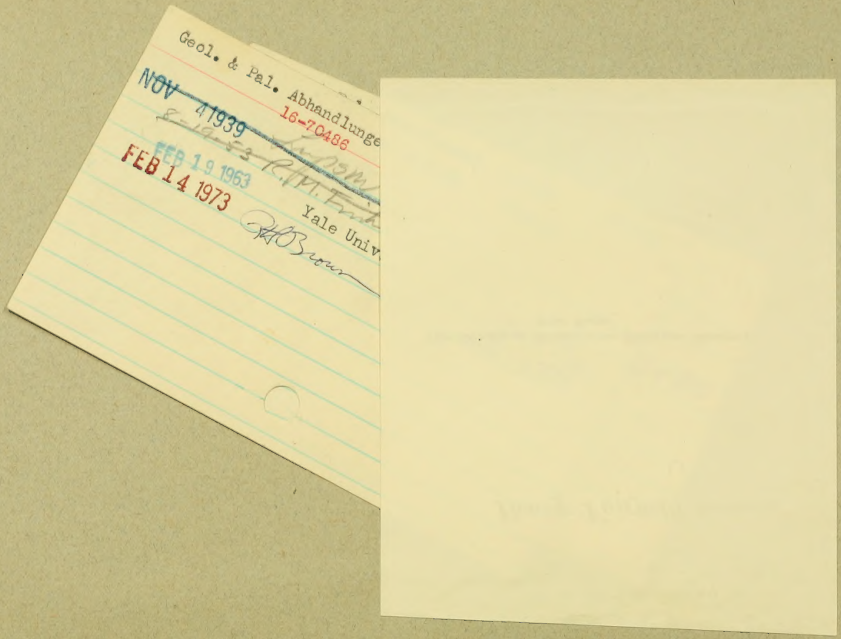
Grundzüge der marinen Tiergeographie. Anleitung zur Untersuchung der geographischen Verbreitung mariner Tiere, mit besonderer Berücksichtigung der Dekapodenkrebse. Von Dr. **Arnold E. Ortmann,** Princeton N. J. (U. S. A. Mit 1 farbigen Karte. (IV, 96 S. gr. 8°.) 1896. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Inhalt: 1. Geschichtlicher Ueberblick über die Entwicklung der tiergeographischen Wissenschaft. — 2. Die wichtigsten physikalischen Lebensbedingungen, Lebensbezirke und Facies. („Bionomie.") — 3. Die Verbreitung der Tiere: Beförderung und Verhinderung der Verbreitung; Verbreitungsmittel. — 4. Die marinen tiergeographischen Regionen. — 5. Einfluß der geologischen Veränderungen der Erde auf die Verbreitung der Tiere. Geologischer Wechsel der klimatischen, topographischen und biologischen Verhältnisse. — 6. Bionomie und geographische Verbreitung der Dekapodenkrebse. — 7. Ueberblick über den Stand unserer Kenntnis der geographischen Verbreitung anderer Tiergruppen.

Das Visceralskelett und seine Muskulatur bei den einheimischen Amphibien und Reptilien. Von Dr. **Ferdinand Walter.** Gekrönte Preisschrift. (Abdruck aus der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. 21.) Mit 4 Tafeln. 1887. Preis: 4 Mark.

Das Gliedmaßenskelett der Wirbeltiere, mit besonderer Berücksichtigung des Schulter- und Beckengürtels bei Fischen, Amphibien und Reptilien. Von Dr. **Robert Wiedersheim,** Prof. an der Universität und Direktor des anatomischen und vergleichend-anatomischen Instituts zu Freiburg i. Br. Mit 40 Figuren im Texte und einem Atlas von 17 Tafeln. (gr. 4°.) 1892. Preis: 24 Mark.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.


Geol. & Pal. Abhandlunge
16-70486
NOV 4 1939
FEB 19 1963
FEB 14 1973
Yale Univ

AMNH LIBRARY
100125354